

# MOP

DIRECCION GENERAL  
DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES

PLIEGO DE

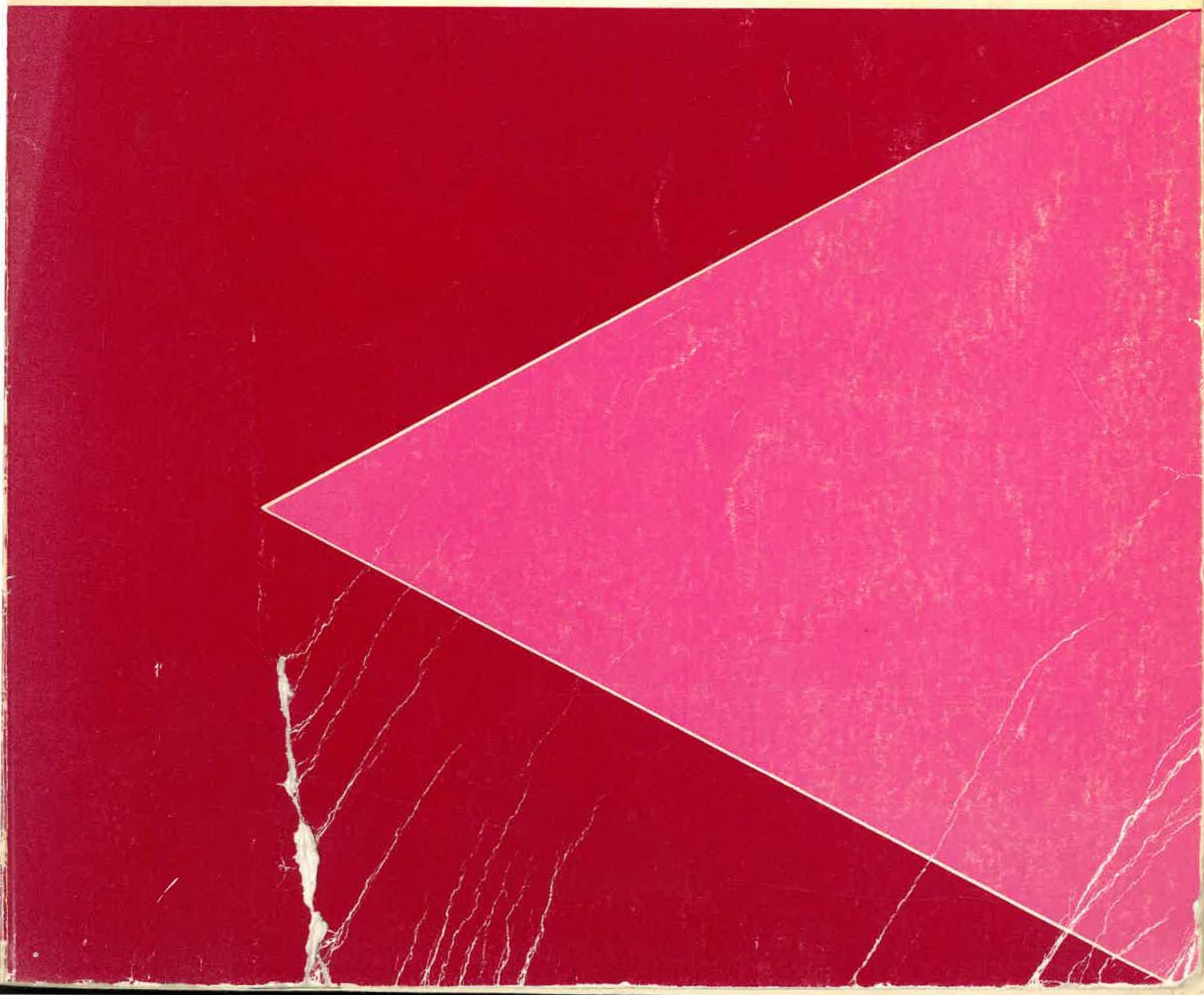
PG 3

PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES

PARA OBRAS DE CARRETERAS

Y PUENTES

1975



# MOP

DIRECCION GENERAL  
DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES

N.º 663

Ejemplar para

D. ....  
.....  
.....

( Se ruega la devolución de la tarjeta de acuse de recibo )

PG 3

# PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES

1975

Se agradece el envío de observaciones sobre esta publicación a:  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES,  
SECCION DE NORMAS Y NUEVAS TECNICAS

Depósito legal: M. 7306-1976  
I. S. B. N. 84-500-7440-1

**MOP** Secretaría General Técnica,  
Servicio de Publicaciones

**Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG-3/75).**

El Artículo 5.º, Apartado 6.º, de la Ley de Carreteras 51/1974, de 19 de diciembre, faculta al Ministerio de Obras Públicas para dictar las normas técnicas en materia de planificación, proyección, construcción, conservación y explotación relativas a toda clase de carreteras, así como a los caminos de servicio según su naturaleza y la legislación específica de los organismos a los que corresponda su titularidad.

Por otra parte, el Artículo 39 del Reglamento General de Contratación del Estado vigente dispone que los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales a que hayan de sujetarse las obras contratadas por el Estado serán aprobados por el Gobierno, previo informe de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa.

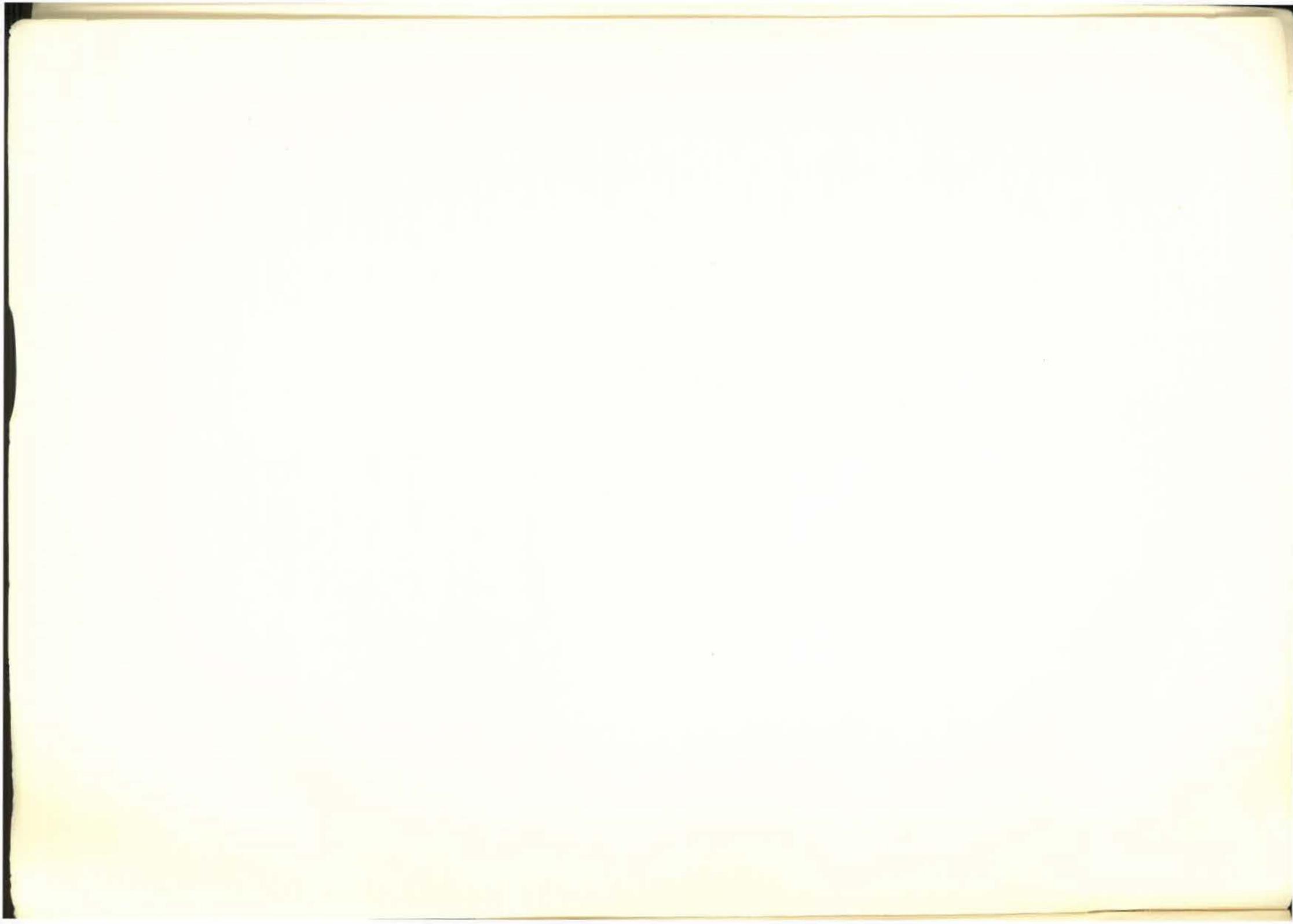
En su virtud, previo el preceptivo informe señalado, con la aprobación del Consejo de Ministros, en su reunión del día 6 de febrero de 1976, este Ministerio ha resuelto:

**Artículo 1.º:** Se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG-3/75).

**Artículo 2.º:** El referido Pliego entrará en vigor a partir de los nueve meses de su publicación en el Boletín Oficial del Estado.

**Artículo 3.º:** Quedan derogadas las disposiciones vigentes que se opongan a lo dispuesto en la presente Orden.

Madrid, 6 de febrero de 1976.—El Ministro de Obras Públicas, ANTONIO VALDES Y GONZALEZ-ROLDAN.



# INDICE

## PARTE 1.

## INTRODUCCION Y GENERALIDADES

	Página
Artículo 100 Definición y ámbito de aplicación ... ..	13
Artículo 101 Disposiciones generales ... ..	14
Artículo 102 Descripción de las obras ... ..	16
Artículo 103 Iniciación de las obras ... ..	18
Artículo 104 Desarrollo y control de las obras ... ..	20
Artículo 105 Responsabilidades especiales del Contratista ... ..	25
Artículo 106 Medición y abono ... ..	26

## PARTE 2.

## MATERIALES BASICOS

### CAPITULO I. CONGLOMERANTES

Artículo 200 Cal aérea ... ..	28
Artículo 201 Cal hidráulica ... ..	30
Artículo 202 Cementos ... ..	33
Artículo 203 Yesos y escayolas ... ..	41

### CAPITULO II. LIGANTES BITUMINOSOS

Artículo 210 Alquitranes para carreteras ... ..	43
Artículo 211 Betunes asfálticos ... ..	47
Artículo 212 Betunes asfálticos fluidificados ... ..	51
Artículo 213 Emulsiones asfálticas ... ..	57

### CAPITULO III. MATERIALES CERAMICOS Y AFINES

Artículo 220 Baldosas de cemento ... ..	63
Artículo 221 Ladrillos huecos ... ..	70
Artículo 222 Ladrillos macizos ... ..	72
Artículo 223 Ladrillos perforados ... ..	74

**CAPITULO IV. METALES****Página**

Artículo 240	Barras lisas para hormigón armado ... ..	76
Artículo 241	Barras corrugadas para hormigón armado ... ..	80
Artículo 242	Mallas electrosoldadas ... ..	84
Artículo 243	Alambres para hormigón pretensado ... ..	86
Artículo 244	Torzales para hormigón pretensado ... ..	89
Artículo 245	Cordones para hormigón pretensado ... ..	91
Artículo 246	Cables para hormigón pretensado ... ..	93
Artículo 247	Barras para hormigón pretensado ... ..	94
Artículo 248	Accesorios para hormigón pretensado ... ..	95
Artículo 250	Acero laminado para estructuras metálicas ... ..	98
Artículo 251	Acero laminado resistente a la corrosión para estructuras metálicas ...	102
Artículo 252	Acero forjado ... ..	104
Artículo 253	Acero moldeado ... ..	106
Artículo 254	Aceros inoxidable para aparatos de apoyo ... ..	108
Artículo 260	Bronce a emplear en apoyos ... ..	111
Artículo 261	Plomo a emplear en juntas y apoyos ... ..	112

**CAPITULO V. PINTURAS**

Artículo 270	Pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de materiales féreos ... ..	113
Artículo 271	Pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro para imprimación anticorrosiva de materiales féreos ... ..	119
Artículo 272	Pinturas a base de resinas epoxi para imprimación anticorrosiva de materiales féreos y en acabado de superficies metálicas ... ..	126
Artículo 273	Esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas ...	136
Artículo 274	Pinturas de aluminio para fondo y acabado de superficies metálicas ...	144
Artículo 275	Pinturas al clorocaucho para acabado de superficies metálicas ... ..	149
Artículo 276	Pinturas de albayalde blancas para superficies de madera, hormigón y materiales pétreos ... ..	150
Artículo 277	Pinturas rojas para superficies de madera, hormigón y materiales pétreos ... ..	153
Artículo 278	Pinturas a emplear en marcas viales reflexivas ... ..	157
Artículo 279	Pinturas para imprimación anticorrosiva de superficies de materiales féreos a emplear en señales de circulación ... ..	165

**CAPITULO VI. MATERIALES VARIOS**

Artículo 280	Agua a emplear en morteros y hormigones ... ..	170
Artículo 281	Aireantes a emplear en hormigones ... ..	171
Artículo 282	Cloruro cálcico ... ..	172
Artículo 283	Plastificantes a emplear en hormigones ... ..	174
Artículo 284	Colorantes a emplear en hormigones ... ..	175
Artículo 285	Productos filmógenos de curado ... ..	176
Artículo 286	Madera ... ..	178
Artículo 287	Poliestireno expandido ... ..	179
Artículo 288	Cloruro sódico ... ..	180
Artículo 289	Microesferas de vidrio a emplear en marcas viales reflexivas ... ..	181

**PARTE 3.****EXPLANACIONES****CAPITULO I. TRABAJOS PRELIMINARES****Página**

Artículo 300	Desbroce del terreno ... ..	184
Artículo 301	Demoliciones ... ..	186
Artículo 302	Escarificación y compactación ... ..	187
Artículo 303	Escarificación y compactación del firme existente ... ..	188
Artículo 304	Prueba con supercompactador ... ..	189

**CAPITULO II. EXCAVACIONES**

Artículo 320	Excavación de la explanación y préstamos ... ..	190
Artículo 321	Excavación en zanjas y pozos ... ..	194
Artículo 322	Excavación especial de taludes en roca ... ..	197

**CAPITULO III. RELLENOS**

Artículo 330	Terraplenes ... ..	201
Artículo 331	Pedraplenes ... ..	206
Artículo 332	Rellenos localizados ... ..	213

**CAPITULO IV. TERMINACION**

Artículo 340	Terminación y refino de la explanada ... ..	216
Artículo 341	Refino de taludes ... ..	217

**PARTE 4.****DRENAJE****CAPITULO I. CUNETAS**

Artículo 400	Cunetas y acequias de hormigón ejecutadas en obra ... ..	219
Artículo 401	Cunetas y acequias prefabricadas de hormigón ... ..	220

**CAPITULO II. TUBOS, ARQUETAS Y SUMIDEROS**

Artículo 410	Arquetas y pozos de registro ... ..	221
Artículo 411	Imbornales y sumideros ... ..	222
Artículo 412	Tubos de acero corrugado y galvanizado ... ..	223

**CAPITULO III. DRENES SUBTERRANEOS**

Artículo 420	Drenes subterráneos ... ..	226
Artículo 421	Rellenos localizados de material filtrante ... ..	229

**CAPITULO I. CAPAS GRANULARES****Página**

Artículo 500	Subbases granulares ... ..	233
Artículo 501	Zahorra artificial ... ..	237
Artículo 502	Macadam ... ..	241

**CAPITULO II. SUELOS ESTABILIZADOS Y GRAVAS TRATADAS**

Artículo 510	Suelos estabilizados in situ con cal ... ..	245
Artículo 511	Suelos estabilizados con productos bituminosos ... ..	251
Artículo 512	Suelos estabilizados con cemento ... ..	259
Artículo 513	Grava-cemento ... ..	268
Artículo 514	Grava-emulsión ... ..	275
Artículo 515	Grava-escoria ... ..	282

**CAPITULO III. RIEGOS Y MACADAM BITUMINOSOS**

Artículo 530	Riegos de imprimación ... ..	289
Artículo 531	Riegos de adherencia ... ..	293
Artículo 532	Tratamientos superficiales ... ..	296
Artículo 533	Macadam bituminoso por penetración con ligantes viscosos ... ..	307
Artículo 534	Macadam bituminoso por penetración con ligantes fluidos ... ..	313

**CAPITULO IV. MEZCLAS BITUMINOSAS**

Artículo 540	Tratamientos superficiales con lechada bituminosa ... ..	320
Artículo 541	Mezclas bituminosas en frío ... ..	327
Artículo 542	Mezclas bituminosas en caliente ... ..	340

**CAPITULO V. PAVIMENTOS DE HORMIGON**

Artículo 550	Pavimentos de hormigón ... ..	355
--------------	-------------------------------	-----

**CAPITULO VI. ADOQUINES**

Artículo 560	Adoquinados de piedra labrada ... ..	382
--------------	--------------------------------------	-----

**CAPITULO VII. OBRAS COMPLEMENTARIAS**

Artículo 570	Bordillos ... ..	385
--------------	------------------	-----

**CAPITULO I. COMPONENTES**

**Página**

Artículo 600	Armaduras a emplear en hormigón armado ... ..	388
Artículo 601	Armaduras activas a emplear en hormigón pretensado ... ..	391
Artículo 610	Hormigones ... ..	399
Artículo 611	Morteros de cemento ... ..	415
Artículo 612	Lechadas de cemento ... ..	417
Artículo 613	Lechadas de cemento para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado ... ..	418
Artículo 614	Vigas prefabricadas de hormigón armado o pretensado ... ..	422
Artículo 615	Resinas epoxi ... ..	424
Artículo 616	Morteros y hormigones epoxi ... ..	427
Artículo 620	Productos laminados para estructuras metálicas ... ..	428
Artículo 621	Roblones ... ..	430
Artículo 622	Tornillos ordinarios y calibrados ... ..	436
Artículo 623	Tornillos de alta resistencia ... ..	448
Artículo 624	Electrodos a emplear en soldadura eléctrica manual al arco ... ..	461

**CAPITULO II. OBRAS DE HORMIGON**

Artículo 630	Obras de hormigón en masa o armado ... ..	463
Artículo 631	Obras de hormigón pretensado ... ..	465

**CAPITULO III. ESTRUCTURAS METALICAS**

Artículo 640	Estructuras de acero ... ..	467
--------------	-----------------------------	-----

**CAPITULO IV. OBRAS DE FABRICA**

Artículo 650	Chapados de piedra ... ..	495
Artículo 651	Mampostería careada ... ..	497
Artículo 652	Mampostería concertada ... ..	500
Artículo 653	Mampostería descafilada ... ..	503
Artículo 654	Mampostería en seco ... ..	506
Artículo 655	Mampostería ordinaria ... ..	508
Artículo 656	Sillería ... ..	511
Artículo 657	Fábricas de ladrillo ... ..	513
Artículo 658	Escollera de piedras sueltas ... ..	515
Artículo 659	Fábrica de gaviones ... ..	516

**CAPITULO V. CIMENTACIONES**

Artículo 670	Cimentaciones por pilotes hincados a percusión ... ..	518
Artículo 671	Cimentaciones por pilotes de hormigón armado moldeados in situ ...	524

	<b>Página</b>
Artículo 672 Pantallas continuas de hormigón armado moldeadas in situ ... ..	528
Artículo 673 Tablestacados metálicos ... ..	536
Artículo 674 Cimentaciones por cajones indios de hormigón armado ... ..	539

**CAPITULO VI. ELEMENTOS AUXILIARES**

Artículo 680 Encofrados y moldes ... ..	543
Artículo 681 Apeos y cimbras ... ..	547

**CAPITULO VII. OBRAS VARIAS**

Artículo 690 Impermeabilización de paramentos ... ..	550
Artículo 691 Juntas de estanquidad en obras de hormigón ... ..	551
Artículo 692 Apoyos de material elastomérico ... ..	553
Artículo 693 Montaje de elementos prefabricados ... ..	555
Artículo 694 Juntas de tablero ... ..	556
Artículo 695 Pruebas de carga ... ..	557

**PARTE 7.ª**

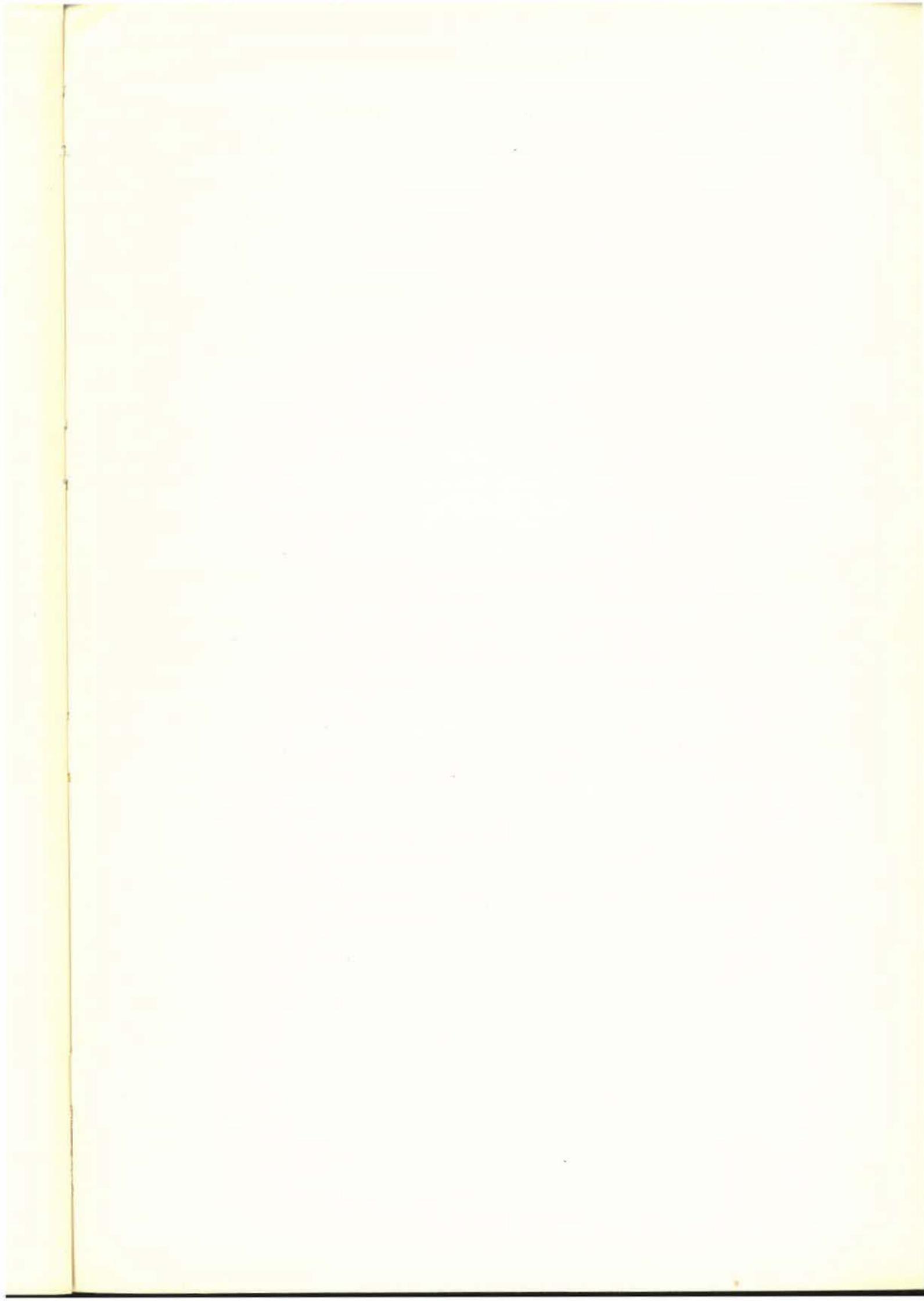
**SEÑALIZACION, ILUMINACION Y CONTROL DE TRAFICO**

Artículo 700 Marcas viales ... ..	559
Artículo 701 Señales de circulación ... ..	562

**PARTE 8.ª**

**VARIOS**

Artículo 800 Transporte adicional ... ..	569
--	-----



## **100 DEFINICION Y AMBITO DE APLICACION**

### **100.1 DEFINICION**

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, constituye un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras de carreteras y puentes; y contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales y a las unidades de obra.

### **100.2 AMBITO DE APLICACION**

Las prescripciones de este Pliego serán de aplicación a las obras de carreteras y puentes de cualquier clase adscritas a los Servicios de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, en virtud de las competencias que al Ministerio de Obras Públicas confiere la Ley 51/1974, de 19 de diciembre, de Carreteras, o a los de otra Dirección General del Ministerio de Obras Públicas que las tenga encomendadas, en todo lo que no sean explícitamente modificadas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; y quedarán incorporadas al Proyecto y, en su caso, al Contrato de obras, por simple referencia a ellas en el citado Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, de conformidad con lo que dispone el Artículo 66 del Reglamento General de Contratación.

En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de cada Proyecto se indicará preceptivamente que será de aplicación el presente texto del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

En todos los artículos del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos en cuanto no se opongan a lo establecido en la Ley de Contratos del Estado, en el Reglamento General de Contratación y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales. En caso contrario, prevalecerá siempre el contenido de estas disposiciones.

## **101 DISPOSICIONES GENERALES**

### **101.1 ADSCRIPCION DE LAS OBRAS**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 3 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de obras del Estado, en lo sucesivo «PCAG», aprobado por Decreto 3.854/70, de 31 de diciembre.

### **101.2 DIRECCION DE LAS OBRAS**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 4 del PCAG, en el Reglamento General de Contratación, en lo sucesivo «RGC», y en la Ley de Contratos del Estado.

### **101.3 FUNCIONES DEL DIRECTOR**

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.

- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

#### **101.4 PERSONAL DEL CONTRATISTA**

Será de aplicación lo dispuesto en las Cláusulas 5, 6 y 10 del PCAG.

Cuando en los Pliegos Particulares del Contrato se exija una titulación determinada al Delegado del Contratista o la aportación de personal facultativo bajo la dependencia de aquél, el Director vigilará el estricto cumplimiento de tal exigencia en sus propios términos.

La Dirección de las obras podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de las obras podrá exigir del Contratista la designación de nuevo personal facultativo cuando así lo requieran las necesidades de los trabajos. Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

#### **101.5 ORDENES AL CONTRATISTA**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 8 del PCAG.

Las órdenes emanadas de la Superioridad jerárquica del Director, salvo casos de reconocida urgencia, se comunicarán al Contratista por intermedio de la Dirección. De darse la excepción antes expresada, la Autoridad promotora de la orden la comunicará a la Dirección con análoga urgencia.

Se hará constar en el Libro de Ordenes al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones, durante el curso de las mismas, con el carácter de orden al Contratista, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho libro y transcribir en él las que consideren necesario comunicar al Contratista.

#### **101.6 LIBRO DE INCIDENCIAS**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 9 del PCAG.

## **102 DESCRIPCION DE LAS OBRAS**

### **102.1 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 66 del Reglamento General de Contratación.

En el caso de que las prescripciones de los documentos generales mencionados en dicho Artículo 66 prevean distintas opciones para determinado material, sistema de ejecución, unidad de obra, ensayo, etc, fijará exactamente la que sea de aplicación.

### **102.2 PLANOS**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 65 del RGC.

Todos los planos de detalle preparados durante la ejecución de las obras deberán estar suscritos por el Director, sin cuyo requisito no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

### **102.3 CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES**

Será de aplicación lo dispuesto en los dos últimos párrafos del Artículo 158 del RGC.

En caso de contradicción entre los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalece lo prescrito en este último. En todo caso, ambos documentos prevalecerán sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos; siempre que, a juicio del Director, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Contrato.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Director, o por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Acta de comprobación del replanteo.

### **102.4 DOCUMENTOS QUE SE ENTREGAN AL CONTRATISTA**

Los documentos, tanto del Proyecto como otros complementarios, que la Administración entregue al Contratista, pueden tener un valor contractual o meramente informativo.

#### **102.4.1 Documentos contractuales**

Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 82, 128 y 129 del RGC y en la Cláusula 7 del PCAG.

Será documento contractual el programa de trabajo, cuando sea obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 128 del RGC o, en su defecto, cuando lo disponga expresamente el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del Proyecto, se hará constar así en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, estableciendo a continuación las normas por las que se regirán los incidentes de contradicción con los otros documentos contractuales, de forma análoga a la expresada en el Artículo 102.3 del presente Pliego. No obstante lo anterior, el carácter contractual sólo se considerará aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, de acuerdo con el Artículo 82.1 del RGC.

#### **102.4.2 Documentos informativos**

Los datos sobre sondeos, procedencia de materiales, a menos que tal procedencia se exija en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la Memoria de los Proyectos, son documentos informativos. Dichos documentos representan una opinión fundada de la Administración. Sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran; y, en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complementos de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al Contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

## **103 INICIACION DE LAS OBRAS**

### **103.1 INSPECCION DE LAS OBRAS**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 21 del PCAG.

Corresponde la función de inspección de las obras a los superiores jerárquicos del Director dentro de la organización de la Dirección General de Carreteras, sin perjuicio de la inspección complementaria que pueda establecerse al amparo de la Cláusula 21 del PCAG.

Si, excepcionalmente, el Director estuviera afecto a Servicio distinto al que haya sido adscrita la obra, y en defecto de lo que disponga la Resolución en la que se le designe para tal función, el Servicio, a los exclusivos efectos de inspección, designará las personas u órganos a quienes compete dicha función.

### **103.2 COMPROBACION DEL REPLANTEO**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 127 del RGC y en las Cláusulas 24, 25 y 26 del PCAG. Se hará constar, además de los contenidos expresados en dicho Artículo y Cláusulas, las contradicciones, errores u omisiones que se hubieran observado en los documentos contractuales del Proyecto.

El Contratista transcribirá, y el Director autorizará con su firma, el texto del Acta en el Libro de Ordenes.

La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos de obra y los ejes principales de las obras de fábrica; así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Las bases de replanteo se marcarán mediante monumentos de carácter permanente.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación del Replanteo; al cual se unirá el expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

### **103.3 PROGRAMA DE TRABAJOS**

Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 128 y 129 del RGC y en la Cláusula 27 del PCAG.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, bien expresamente, por citación de Instrucción de carácter general dictada al amparo del Artículo 74 del RGC, o mediante referencia al Programa que con carácter informativo figure en el Proyecto aprobado, fijará el método a emplear, tales como diagrama de barras, Pert, C. P. M. o análogos, y grado de desarrollo, especificando los grupos de unidades de obra que constituyen cada una de las actividades, los tramos en que deben dividirse las obras, y la relación de obras, como túneles, grandes viaductos y análogas, que exigen un programa específico.

El programa de trabajos deberá tener en cuenta los períodos que la Dirección de obra precisa para proceder a los replanteos de detalle y a los preceptivos ensayos de aceptación.

#### **103.4 ORDEN DE INICIACION DE LAS OBRAS**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 127 del RGC y en la Cláusula 24 del PCAG.

Si, no obstante haber formulado observaciones el Contratista que pudieran afectar a la ejecución del Proyecto, el Director decidiera su iniciación, el Contratista está obligado a iniciarlas, sin perjuicio de su derecho a exigir, en su caso, la responsabilidad que a la Administración incumbe como consecuencia inmediata y directa de las órdenes que emite.

## **104 DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS**

### **104.1 REPLANTEO DE DETALLE DE LAS OBRAS**

El Director aprobará los replanteos de detalle necesarios para la ejecución de las obras, y suministrará al Contratista toda la información de que disponga para que aquéllos puedan ser realizados.

El Contratista deberá proveer, a su costa, todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los citados replanteos y determinar los puntos de control o de referencia que se requieran.

### **104.2 EQUIPOS DE MAQUINARIA**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 143 del RGC y en las Cláusulas 28 y 29 del PCAG.

Sin perjuicio de cuanto se prescribe en las Cláusulas 28 y 29 del PCAG, cualquier modificación que el Contratista propusiere introducir en el equipo de maquinaria, cuya aportación, por venir exigida en el Contrato o haber sido comprometida en el Acto de licitación, revista carácter obligatorio, deberá ser aceptada por el Servicio, previo informe del Director.

### **104.3 ENSAYOS**

Será de aplicación lo dispuesto en las Cláusulas 38 y 44 del PCAG.

Serán preceptivos los ensayos que, expresamente o por citación de norma técnica de carácter general, se hagan constar en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, a salvo de la facultad que la Cláusula 38 del PCAG concede a la Dirección de las obras.

El límite fijado en dicha Cláusula 38 no será de aplicación a los ensayos necesarios para comprobar la presunta existencia de vicios o defectos de construcción ocultos, cuyos gastos, a tenor de lo que prescribe la Cláusula 44 del PCAG, se imputarán al Contratista de confirmarse su existencia.

### **104.4 MATERIALES**

Será de aplicación lo dispuesto en las Cláusulas 15, y 34 a 42, ambas inclusive, del PCAG.

Además de cuanto se prescribe en la Cláusula 15 y Sección 5.ª del PCAG, cuando en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se exija una determinada procedencia para los materiales naturales, el Contratista notificará a la Dirección, con la suficiente antelación, la procedencia de los que se propone utilizar, a fin de que por la Dirección puedan ordenarse los ensayos necesarios para acreditar la idoneidad de los mismos. La aceptación de las procedencias propuestas será requisito indispensable para el acopio de los materiales, sin perjuicio de la potestad de la Administración para comprobar en todo momento que dicha idoneidad se mantiene en los acopios sucesivos.

Si el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijara las procedencias, y durante las excavaciones de las obras se encontraran materiales que pudieran emplearse con ventaja técnica o económica sobre los previstos, la Dirección de las obras podrá ordenar el cambio de procedencias, y se estará a lo dispuesto en el párrafo 2.º de la Cláusula 34 del PCAG.

Si en base al derecho que se deriva para el Contratista en la Cláusula 35 del PCAG, éste obtiene materiales en superior cantidad que la requerida para el Contrato, la Administración podrá apropiarse de los excesos, sin perjuicio de las responsabilidades que puedan derivarse para el Contratista.

El Director autorizará al Contratista el uso de los materiales procedentes de demolición o excavación de las obras, excepto en el supuesto contemplado en el primer párrafo de la Cláusula 36 del PCAG.

#### **104.5 ACOPIOS**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 143 del RGC y en las Cláusulas 40, 42 y 54 del PCAG.

Además de lo dispuesto en las Cláusulas 40, 42 y 54 del PCAG, el emplazamiento de los acopios en los terrenos de las obras o en los marginales que pudieran afectarlas, así como de los eventuales almacenes, requerirán la aprobación previa del Director.

Las superficies utilizadas deberán acondicionarse; una vez utilizado el acopio, restituyéndolas a su natural estado. Todos los gastos e indemnizaciones, en su caso, que se deriven de la utilización de superficies para acopios serán de cuenta del Contratista.

#### **104.6 TRABAJOS NOCTURNOS**

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo e intensidad que el Director ordene, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

#### **104.7 TRABAJOS NO AUTORIZADOS Y TRABAJOS DEFECTUOSOS**

Será de aplicación lo dispuesto en las Cláusulas 43, 44 y 62 del PCAG.

Sin perjuicio de cuanto se dispone en dichas Cláusulas, la facultad de la Dirección

que recoge el último párrafo de la Cláusula 44 deberá ser ejercida dentro de los límites que, en su caso, se expresen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La Dirección, en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, podrá exigir del Contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones en el Programa de Trabajos, maquinaria, equipo y personal facultativo que garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación, en su caso, del retraso padecido.

#### **104.8 CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE DESVIOS**

Si por necesidades surgidas durante el desarrollo de las obras fuera necesario construir desvíos provisionales o rampas de acceso a tramos total o parcialmente terminados, se construirán con arreglo a las instrucciones de la Dirección, como si hubieren figurado en los documentos del Contrato, pero el Contratista tendrá derecho a que se le abonen los gastos ocasionados.

A salvo de lo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares disponga sobre la materia, se entiende incluidos en el precio de los desvíos previstos en el Contrato los gastos de conservación de los mismos y de los tramos de obra cuya utilización provisional haya sido asimismo prevista.

#### **104.9 SEÑALIZACION DE OBRAS E INSTALACIONES**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 23 del PCAG.

El Contratista, sin perjuicio de lo que sobre el particular ordene el Director, será responsable del estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia.

Cuando dicha señalización se aplique sobre instalaciones dependientes de otros organismos públicos, el Contratista estará además obligado a lo que sobre el particular establezcan las normas del organismo público al que se encuentre afecta la instalación, siendo de cuenta del Contratista, además de los gastos de señalización, los del organismo citado en ejercicio de las facultades inspectoras que sean de su competencia.

#### **104.10 PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

##### **104.10.1 Drenaje**

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Las cunetas y demás desagües se conservarán y mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes.

##### **104.10.2 Heladas**

Si existe temor de que se produzcan heladas, el Contratista de las obras protegerá todas las zonas que pudieran quedar perjudicadas por los efectos consiguientes. Las partes de obra dañadas se levantarán y reconstruirán a su costa, de acuerdo con lo que se señale en este Pliego.

### **104.10.3 Incendios**

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que figuren en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o que se dicten por el Director.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

### **104.10.4 Uso de explosivos**

La adquisición, transporte, almacenamiento, conservación, manipulación y empleo de las mechas, detonadores y explosivos se regirán por las disposiciones vigentes que regulan la materia y por las instrucciones especiales complementarias que figuren en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o que se dicten por el Director.

Los almacenes de explosivos serán claramente identificados y estarán situados a más de trescientos metros (300 m) de la carretera o cualquier construcción.

En voladuras se pondrá especial cuidado en la carga y pega de los barrenos, dando aviso de las descargas con antelación suficiente para evitar posibles accidentes. La pega de los barrenos se hará, a ser posible, a hora fija y fuera de la jornada de trabajo, o durante los descansos del personal operario al servicio de la obra en la zona afectada por las voladuras, no permitiéndose la circulación de personas o vehículos dentro del radio de acción de los barrenos, desde cinco minutos (5 min) antes de prenderse fuego a las mechas hasta después que hayan estallado todos ellos.

Se usará preferentemente el sistema de mando a distancia eléctrico para las pegas, comprobando previamente que no son posibles explosiones incontroladas debido a instalaciones o líneas eléctricas próximas. En todo caso se emplearán siempre mechas y detonadores de seguridad.

El personal que intervenga en la manipulación y empleo de explosivos deberá ser de reconocida práctica y pericia en estos menesteres, y reunirá condiciones adecuadas en relación con la responsabilidad que corresponda a estas operaciones.

El Contratista suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su ubicación y estado de conservación garantizarán en todo momento su perfecta visibilidad.

En todo caso, el Contratista cuidará especialmente de no poner en peligro vidas o propiedades, y será responsable de los daños que se deriven del empleo de explosivos.

## **104.11 MODIFICACIONES DE OBRA**

Será de aplicación en esta materia lo establecido en los Artículos 132, 149, 150 y 155 del RGC, y en las Cláusulas 26, 59, 60, 61 y 62 del PCAG, y en la Orden Ministerial de Obras Públicas de 4 de enero de 1972 (B. O. E. del 15), por la que se sistematizan las modificaciones de obras contratadas por el Departamento,

En los casos de emergencia previstos en la Cláusula 62, párrafos penúltimo y último, y cuando las unidades de obra ordenadas por la Dirección no figuren en los Cuadros de Precios del Contrato, o su ejecución requiera alteración de importancia en los programas de trabajo y disposición de maquinaria, dándose asimismo las circunstancias de que tal emergencia no sea imputable al Contratista, ni sea consecuencia de los riesgos que al Contratista atribuye el Artículo 132 del RGC, el Contratista formulará las observaciones que estime oportunas a los efectos de tramitación de la subsiguiente modificación de obra, a fin de que la Dirección, si lo estima conveniente, compruebe la procedencia del correspondiente aumento de gastos.

## **105 RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA**

### **105.1 DAÑOS Y PERJUICIOS**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 134 del RGC.

En relación con las excepciones que el citado Artículo prevé sobre indemnizaciones a terceros, la Administración podrá exigir al Contratista la reparación material del daño causado por razones de urgencia, teniendo derecho el Contratista a que se le abonen los gastos que de tal reparación se deriven.

### **105.2 OBJETOS ENCONTRADOS**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 19 del PCAG.

Además de lo previsto en dicha Cláusula, si durante las excavaciones se encontraran restos arqueológicos, se suspenderán los trabajos y se dará cuenta con la máxima urgencia a la Dirección. En el plazo más perentorio posible, y previos los correspondientes asesoramientos, el Director confirmará o levantará la suspensión, de cuyos gastos, en su caso, podrá reintegrarse el Contratista.

### **105.3 EVITACION DE CONTAMINACIONES**

El Contratista estará obligado a cumplir las órdenes de la Dirección cuyo objeto sea evitar la contaminación del aire, cursos de agua, mares, cosechas y, en general, cualquier clase de bien público o privado que pudieran producir las obras o instalaciones y talleres anejos a las mismas, aunque hayan sido instalados en terrenos de propiedad del Contratista, dentro de los límites impuestos en las disposiciones vigentes sobre conservación de la naturaleza.

### **105.4 PERMISOS Y LICENCIAS**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 131 del RGC y en la Cláusula 20 del PCAG.

## **106 MEDICION Y ABONO**

### **106.1 MEDICION DE LAS OBRAS**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 45 del PCAG.

La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar serán las definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Cuando el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique la necesidad de pesar materiales directamente, el Contratista deberá situar, en los puntos que designe el Director, las básculas o instalaciones necesarias, debidamente contrastadas, para efectuar las mediciones por peso requeridas; su utilización deberá ir precedida de la correspondiente aprobación del citado Director. Dichas básculas o instalaciones serán a costa del Contratista, salvo que se especifique lo contrario en los documentos contractuales correspondientes.

### **106.2 ABONO DE LAS OBRAS**

#### **106.2.1 Certificaciones**

En la expedición de certificaciones regirá lo dispuesto en el Artículo 142 del RGC, Cláusulas 46 y siguientes del PCAG y Artículo 5.º del Decreto 462/71, de 11 de marzo, apartado uno.

#### **106.2.2 Anualidades**

Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 152 del RGC y en la Cláusula 53 del PCAG.

La modificación de las anualidades fijadas para el abono del Contrato se ajustará a lo previsto en las citadas disposiciones.

El Contratista necesitará autorización previa del Director para ejecutar las obras con mayor celeridad de la prevista. Este podrá exigir las modificaciones pertinentes en el Programa de Trabajos, de forma que la ejecución de unidades de obra que deban desarrollarse sin solución de continuidad no se vea afectada por la aceleración de parte de dichas unidades. Todo ello de acuerdo con lo previsto en la Cláusula 53 del PCAG.

#### **106.2.3 Precios unitarios**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 51 del PCAG.

De acuerdo con lo dispuesto en dicha Cláusula, los precios unitarios fijados en el Con-

trato para cada unidad de obra cubrirán todos los gastos efectuados para la ejecución material de la unidad correspondiente, incluidos los trabajos auxiliares, siempre que expresamente no se diga lo contrario en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y figuren en el Cuadro de Precios los de los elementos excluidos como unidad independiente.

#### **106.2.4 Partidas alzadas**

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula 52 del PCAG.

Además de lo que se prescribe en dicha Cláusula, las partidas alzadas de abono íntegro deberán incluirse en los Cuadros de Precios del Proyecto.

#### **106.2.5 Tolerancias**

Cuando el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares prevea determinadas tolerancias en la cantidad de unidades de obra, caso de las excavaciones, de las diferencias de medición entre unidades que se miden previa y posteriormente a su empleo, y análogos, el Contratista tendrá derecho al abono de la obra realmente realizada, hasta el límite fijado por la tolerancia prevista, no siendo de abono en ningún caso las cantidades que excedan de dicho límite.

### **106.3 OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA**

Serán de cuenta del Contratista, siempre que en el Contrato no se prevea explícitamente lo contrario, los siguientes gastos, a título indicativo:

- Los gastos de construcción, remoción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basura.
- Los gastos de conservación de desagües.
- Los gastos de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras.
- Los gastos de remoción de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación.
- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía eléctrica necesarios para las obras.
- Los gastos de demolición de las instalaciones provisionales.
- Los gastos de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.
- Los daños a terceros, con las excepciones que señala el Artículo 134 del RGC.

## 200 CAL AEREA

### 200.1 DEFINICION Y CLASIFICACION

Cal aérea es el conglomerante constituido fundamentalmente por óxido cálcico (cal viva) o hidróxido de calcio (cal apagada), obtenido por calcinación de materiales calizos, y que tiene la propiedad de endurecerse únicamente al aire, después de amasado con agua, por la acción del anhídrido carbónico.

Cuando su contenido de óxido magnésico es mayor del cinco por ciento (5 %) sobre muestra calcinada se le denomina cal aérea dolomítica.

Las cales aéreas pueden ser de los dos tipos siguientes:

- **Cal aérea tipo I.** Para utilizar preferentemente en revocos, blanqueos, acabados y para morteros de albañilería.
- **Cal aérea tipo II.** Únicamente para trabajos toscos y morteros para sentar fábricas.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo de cal aérea que deberá utilizarse en cada caso.

### 200.2 COMPOSICION QUIMICA

Sobre material calcinado, el contenido de óxidos cálcico y magnésico será, como mínimo:

- **Cal aérea tipo I.** Noventa por ciento (90 %).
- **Cal aérea tipo II.** Sesenta por ciento (60 %).

El contenido en anhídrido carbónico será inferior al cinco por ciento (5 %) para los dos (2) tipos de cal aérea.

Los análisis químicos de las cales aéreas se efectuarán de acuerdo con las normas UNE 7095, UNE 7096, UNE 7097, UNE 7098 y UNE 7099.

### 200.3 FINURA DE MOLIDO

Al tamizar por vía húmeda, después de apagada la cal, los rechazos acumulados máximos, referidos al peso seco, sobre los tamices que se indican, serán los que se señalan a continuación:

Tipo de cal	Tamiz 0,20 UNE	Tamiz 0,080 UNE
I	5 %	10 %
II	15 %	—

La finura de molido se determinará de acuerdo con la norma UNE 7187.

#### 200.4 ENVASADO

El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra alteración. En el envase constará el tipo y peso de la cal contenida.

Deberá rechazarse si, en el momento de abrir el recipiente que lo contenga, aparece en estado grumoso o aglomerado.

#### 200.5 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, la cal aérea se medirá en toneladas (t) realmente acopiadas.

## 201 CAL HIDRAULICA

### 201.1 DEFINICION Y CLASIFICACION

Cal hidráulica es el conglomerante, pulverulento y parcialmente hidratado, que se obtiene calcinando calizas, que contienen sílice y alúmina, a una temperatura casi de fusión, para que se forme el óxido cálcico libre necesario para permitir su hidratación y, al mismo tiempo, deje cierta cantidad de silicatos de calcio anhidros que den al conglomerante sus propiedades hidráulicas.

Las cales hidráulicas, después de amasadas con agua, se endurecen al aire, y también en agua, siendo esta última propiedad la que las caracteriza.

Si el contenido de óxido magnésico no es mayor del cinco por ciento (5 %) sobre muestra calcinada, se denomina cal hidráulica de bajo contenido de magnesia, y si es mayor del cinco por ciento (5 %), cal hidráulica de alto contenido de magnesia o cal hidráulica dolomítica.

Las cales hidráulicas pueden ser de los tres tipos siguientes:

- Cal hidráulica tipo I.
- Cal hidráulica tipo II.
- Cal hidráulica tipo III.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo de cal hidráulica que deberá utilizarse en cada caso.

### 201.2 COMPOSICION QUIMICA

El contenido en anhídrido silícico soluble y óxidos alumínico y férrico ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) deberá ser, como mínimo:

- Cal hidráulica tipo I. Veinte por ciento (20 %).
- Cal hidráulica tipo II. Quince por ciento (15 %).
- Cal hidráulica tipo III. Diez por ciento (10 %).

El contenido en anhídrido carbónico será inferior al cinco por ciento (5 %) para los tres (3) tipos de cal hidráulica.

Los análisis químicos de las cales hidráulicas se efectuarán de acuerdo con las normas UNE 7094, UNE 7095, UNE 7096, UNE 7097, UNE 7098 y UNE 7099.

### 201.3 FINURA DE MOLIDO

Al tamizar por vía seca, los rechazos acumulados máximos, referidos al peso seco, sobre los tamices que se indican, serán los que se señalan a continuación:

Tipo de cai	Tamiz 0,20 UNE	Tamiz 0,080 UNE
I	5 %	20 %
II	10 %	—
III	10 %	—

La finura de molido se determinará de acuerdo con la norma UNE 7190.

### 201.4 TIEMPO DE FRAGUADO

El fraguado de cualquiera de los tres (3) tipos de cal hidráulica no deberá comenzar antes de dos horas (2 h) ni terminar después de cuarenta y ocho horas (48 h) de su amasado.

El tiempo de fraguado se determinará de acuerdo con la norma UNE 7188.

### 201.5 RESISTENCIA A COMPRESION

La resistencia a compresión será, como mínimo:

- Cal hidráulica tipo I. Cincuenta kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (50 kgf/cm<sup>2</sup>).
- Cal hidráulica tipo II. Treinta kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (30 kgf/cm<sup>2</sup>).
- Cal hidráulica tipo III. Quince kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (15 kgf/cm<sup>2</sup>).

La resistencia a compresión se determinará de acuerdo con la Norma UNE 7189.

### 201.6 ENVASADO

El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra alteración. En el envase constará el tipo y peso de la cal contenida.

Deberá rechazarse si, en el momento de abrir el recipiente que lo contenga, aparece en estado grumoso o aglomerado.

#### **201.7 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, la cal hidráulica se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas.

## 202 CEMENTOS

### 202.1 DEFINICION

Son conglomerantes que, amasados con agua, fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones.

### 202.2 CLASIFICACION

Los cementos se clasifican en tres órdenes sucesivos que se denominan Tipos, Clases y Categorías. Cada cemento tiene una denominación y una designación. El número que figura en las denominaciones y designaciones indica la categoría y corresponde a la resistencia a compresión, en kilopondios por centímetro cuadrado, que se exige a los veintiocho (28) días al mortero normal.

Se establecen los siguientes tipos de cemento:

- Portland.
- Portland con adiciones activas.
- Siderúrgico.
- Puzolánico.
- Compuesto.
- Aluminoso.
- Natural.

La clasificación se recoge en el Cuadro 202.1. En el Cuadro 202.2 se recoge la correspondiente a los cementos con propiedades adicionales.

### 202.3 CONDICIONES GENERALES

El cemento elegido cumplirá las prescripciones del vigente «Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos».

Independientemente de lo anterior, será capaz de proporcionar al mortero u hormigón las condiciones exigidas en los apartados correspondientes del presente Pliego.

**CUADRO 202.1**  
**CLASIFICACION DE LOS CEMENTOS**

TIPOS	CLASES	CATEGORIAS	DESIGNACIONES
Portland		350	P-350
		450	P-450
		550	P-550
Portland con adiciones activas		350	PA-350
		450	PA-450
		550	PA-550
Siderúrgico	I	350	S-I-350
		450	S-I-450
	II	350	S-II-350
	III	250	S-III-250
		350	S-III-350
	Puzolánico	I	250
350			PUZ-I-350
450			PUZ-I-450
II		250	PUZ-II-250
		350	PUZ-II-350
		450	PUZ-II-450
Compuesto		200	C-200
Aluminoso		550	A-550
Natural	Lento	30	NL-30
		80	NL-80
	Rápido	20	NR-20

**CUADRO 202.2**  
**CEMENTOS CON PROPIEDADES ADICIONALES**

	Cementos de alta resistencia inicial	Cementos portland resistentes al yeso	Cementos de bajo calor de hidratación	Cementos blancos
<b>TIPO</b>	<b>CLASES Y CATEGORIAS</b>			
PORTLAND	P-350-ARI P-450-ARI P-550-ARI	P-350-Y P-450-Y P-550-Y	P-350-BC	P-350-B P-450-B P-550-B
COMPUESTOS				C-200-B

CUADRO 202.3

PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS

TIPO	PORTLAND			PORTLAND CON ADICIONES ACTIVAS			SIDERURGICO					PUZOLANICO						COM-PUESTO	ALUMI-NOSO	NATURAL			
	CLASE							I	II	III		PUZOLANA EN GENERAL			DE CENIZA VOLANTE					LENTO	RAPI-DO		
CATEGORIA	350	450	550	350	450	550	350	450	350	250	350	250	350	450	250	350	450	200	550	30	80	20	
DESIGNACION	P-350	P-450	P-550	PA 350	PA 450	PA 550	S-I 350	S-I 450	S-II 350	S-III 250	S-III 350	PUZ I-250	PUZ I-350	PUZ I-450	PUZ II-250	PUZ II-350	PUZ II-450	C-200	A-550	NL-30	NL-80	NR-20	
FINURA DE MOLIDO Por residuo Máx. % en tamiz de 4.900 mallas-cm <sup>2</sup>	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
TIEMPOS DE FRAGUADO Principio, después de	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	30 min	30 min	30 min	30 min	2 min
Final, antes de	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h	30 min
EXPANSION EN AUTOCLAVE Máxima, en %	I	I	I																				
EXPANSION POR AGÚJAS Máxima, en mm.				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					
RESISTENCIA EN kp/cm <sup>2</sup> Mínima a flexotracción a las edades de 1 DIA																			65				
3 DIAS	40 *	50	60	40 *	50	60	40 *	50	40 *		40 *	40 *	50		40 *	50							
7 DIAS	50	60	70	50	60	70	50	60	50	40	50	40	50	60	40	50	60	30			15		
28 DIAS	60	70	80	60	70	80	60	70	80	50	60	50	60	70	50	60	70	50	80		25		
Mínima a compresión a las edades de 1 DIAS																			450				
3 DIAS	175 *	250	350	175 *	250	350	175 *	250	175 *		175 *	175 *	250		175 *	250							
7 DIAS	250	350	450	250	350	450	250	350	250	175	250	175	250	350	175	250	350	100		20	50	15	
28 DIAS	350	450	550	350	450	550	350	450	350	250	350	250	350	450	250	350	450	200	550	30	80	20	

\* ESTE VALOR TIENE CARACTER INDICATIVO. NO ES MOTIVO DE RECHAZO NO ALCANZAR ESTE VALOR SI SE CUMPLEN LAS RESISTENCIAS A SIETE Y VEINTIOCHO DIAS INDICADAS.

CUADRO 202.4

PRECRIPCIONES RELATIVAS A LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS

TIPO	PORTLAND			PORTLAND CON ADICIONES ACTIVAS			SIDERURGICO					PUZOLANICO						CÓMPUESTO	ALUMINOSO	NATURAL			
	CLASE							I	II	III	I			II			LENTO			RAPIDO			
CATEGORIA	350	450	550	350	450	550	350	450	350	250	350	250	350	450	250	350	450	200	550	30	80	20	
DESIGNACION	P-350	P-450	P-550	PA 350	PA 450	PA 550	S-I 350	S-I 450	S-II 350	S-III 250	S-III 350	PUZ I-250	PUZ I-350	PUZ I-450	PUZ II-250	PUZ II-350	PUZ II-450	C-200	A-550	NL-30	NL-80	NR-20	
PERDIDA AL FUEGO MAX. %	4	3,5	3,5	4	4	4	4	4	4	4	4												
RESIDUO INSOLUBLE MAX. %	3	2,5	2,5	4*	4*	4*	3	3	3	3	3												
OXIDO MAGNESICO MgO MAX. %	5	5	5	5	5	5																	
TRIOXIDO DE AZUFRE SO <sub>3</sub> MAX. %	4	4,5	4,5	4	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5					
OXIDO ALUMINICO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MIN. %																			36				
SULFUROS S <sub>2</sub> MAX. %																			0,1				
INDICE PUZOLANICO												CUMPLIRAN LA PRESCRIPCION RELATIVA A LA PUZOLANICIDAD											
MATERIA INERTE MAX. %																		35					

\* SI LA ADICION ES DE PUZOLANA EL LIMITE SE ELEVA AL 8% Y SI ES DE CENIZA VOLANTE NO SE LIMITA, PERO, EN TODO CASO, SIEMPRE SE DETERMINARA EL LIMITE DE RESIDUO INSOLUBLE, TANTO EN UN CASO COMO EN EL OTRO, CUANDO EL VALOR SEA SUPERIOR AL 4%, EL FABRICANTE ESTARA OBLIGADO A SUMINISTRAR MUESTRAS DEL CLINKER Y DE LAS ADICIONES UTILIZADAS PARA SU COMPROBACION EN LABORATORIO.

#### 202.4 CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS

Los cementos definidos anteriormente cumplirán las condiciones señaladas en el Cuadro 202.3.

#### 202.5 CARACTERISTICAS QUIMICAS

Los cementos definidos anteriormente cumplirán las condiciones señaladas en el Cuadro 202.4.

#### 202.6 PROPIEDADES ADICIONALES

Los cementos con propiedades adicionales cumplirán, además, las prescripciones señaladas en el Cuadro 202.5.

CUADRO 202.5

#### PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LOS CEMENTOS CON PROPIEDADES ADICIONALES

DENOMINACION	CEMENTOS DE ALTAS RESISTENCIAS INICIALES	CEMENTOS PORTLAND RESISTENTES AL YESO	CEMENTOS DE BAJO CALOR DE HIDRATACION	CEMENTOS BLANCOS
DESIGNACION ADICIONAL	ARI	Y	BC	B
COMPOSICION QUIMICA Contenidos máximos en % de C <sub>3</sub> A C <sub>4</sub> AF + C <sub>3</sub> A		5 22		
TIEMPO DE FRAGUADO Principio, después de, Final, antes de	30 min 12 h			
RESISTENCIA EN kp/cm <sup>2</sup> Mínima a compresión a la edad de 48 horas	250			
CALOR DE HIDRATACION Máximo en calorías/gramo a 7 días a 28 días			65 75	

#### 202.7 ENVASADO E IDENTIFICACION

Bien en el albarán que acompañará a cada partida o bien en los propios sacos, si es ésta la forma de suministro, se detallarán, como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre del fabricante o marca comercial del cemento.
- Designación del cemento según el Pliego vigente.

- c) Clase y límite de porcentaje de las adiciones activas que contenga el cemento, en el caso de que se trate de los tipos portland con adiciones activas, siderúrgico o puzolánico.
- d) La inscripción «No apto para estructuras de hormigón» en el caso de que se trate de cementos compuestos.
- e) Peso neto.

También podrá figurar el «Distintivo de Calidad» (DISCAL) si le ha sido otorgado por Orden Ministerial del Ministerio de Industria. De la veracidad de los datos anteriores será responsable el fabricante del cemento.

Si el cemento se expide en sacos, éstos llevarán la impresión señalada como obligatoria, y en los colores reglamentarios para cada tipo de cemento, por el vigente Pliego.

## **202.8 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

### **202.8.1 En sacos**

Los sacos empleados para el transporte de cemento serán de plástico o de papel, en cuyo último caso estarán constituidos por cuatro (4) hojas de papel como mínimo, y se conservarán en buen estado, no presentando desgarrones, zonas húmedas ni fugas.

A la recepción en obra de cada partida, el Director de las obras examinará el estado de los sacos y procederá a dar su conformidad para que se pase a controlar el material o a rechazarlo.

Los sacos empleados para el transporte del cemento se almacenarán en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad, tanto del suelo como de las paredes. A tal efecto los sacos se apilarán sobre tarimas, separados de las paredes del almacén, dejando corredores entre las distintas pilas para permitir el paso del personal y conseguir una máxima aireación del local. Cada cuatro (4) capas de sacos, como máximo, se colocará un tablero o tarima que permita el paso de aire a través de las propias pilas que forman los sacos.

El Director comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que del trato dado a los sacos durante su descarga no se siguen desperfectos que puedan afectar a la calidad del material; y, de no ser así, impondrá el sistema de descarga que estime más conveniente.

### **202.8.2 A granel**

Cuando el sistema de transporte sea a granel, el Contratista comunicará al Director con la debida antelación el sistema que va a utilizar, con objeto de obtener la autorización correspondiente.

Las cisternas empleadas para el transporte de cemento estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los silos de almacenamiento.

El cemento transportado en cisternas se almacenará en uno o varios silos, adecuadamente aislados contra la humedad.

A la vista de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, así como de aquellas otras referentes a la capacidad de la cisterna, rendimiento del suministro, etc, que estime necesarias el Director, procederá éste a aprobar o a rechazar el sistema de transporte y almacenamiento presentado.

El Director comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que durante el vaciado de las cisternas no se llevan a cabo manipulaciones que puedan afectar a la calidad del material; y, de no ser así, suspenderá la operación hasta que se tomen las medidas necesarias para que aquélla se realice de acuerdo con sus exigencias.

## 202.9 RECEPCION

Cada partida llegará a obra acompañada de su correspondiente documento de origen, en el que figurarán el tipo, clase y categoría a que pertenece el cemento, así como la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas en el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos. El fabricante enviará además, si se le solicita, copia de los resultados de análisis y ensayos correspondientes a cada partida.

A la recepción en obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuenten con la aprobación del Director, se llevará a cabo una toma de muestras, y sobre ellas se procederá a medir el rechazo por el tamiz 0,080 UNE.

Con independencia de lo anteriormente establecido, cuando el Director lo estime conveniente, se llevarán a cabo los ensayos que considere necesarios para la comprobación de las características previstas en este Pliego, así como de su temperatura y condiciones de conservación. En todo caso, y como mínimo, se realizarán los ensayos siguientes:

- Antes de comenzar el hormigonado y cada vez que varíen las condiciones de suministro, se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en el vigente Pliego.
- Durante la marcha de la obra, como mínimo una vez cada tres meses y no menos de tres veces durante la duración de la obra, se comprobará al menos pérdida al fuego, residuo insoluble, finura de molido, principio y fin de fraguado, resistencias a flexotracción y compresión y expansión en autoclave. Esta exigencia podrá suprimirse si el cemento posee el «Distintivo de Calidad» (DISCAL), o si con cada partida el fabricante acompaña un certificado de ensayo que corresponda a una fabricación sometida a un sistema de control de calidad avalado por un organismo o entidad ajeno a la propia factoría, siempre que lo acepte el Director.

Cuando el cemento haya estado almacenado, en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo superior a un (1) mes, se procederá a comprobar que sus características continúan siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte (20) días anteriores a su empleo se realizarán, como mínimo, los ensayos de fraguado y resistencias mecánicas a tres (3) y siete (7) días sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse.

De cualquier modo, salvo en los casos en que el nuevo período de fraguado resulte incompatible con las condiciones particulares de la obra, la sanción definitiva acerca de la idoneidad del cemento en el momento de su utilización vendrá dada por los resultados que se obtengan de resistencia mecánica a veintiocho (28) días del hormigón con él fabricado.

En ambientes muy húmedos, o en el caso de condiciones atmosféricas especiales, el Director podrá variar el plazo de un (1) mes, anteriormente indicado, para la comprobación de continuidad de las características del cemento.

El cemento no llegará a obra excesivamente caliente. Si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no excederá de setenta grados centígrados (70° C), y si se va a realizar a mano, no excederá del mayor de los dos límites siguientes:

- Cuarenta grados centígrados (40° C).
- Temperatura ambiente más cinco grados centígrados (5° C).

De no cumplirse lo anterior, deberá comprobarse con anterioridad a su empleo que el cemento no presenta falso fraguado.

#### **202.10. LIMITACIONES DE EMPLEO**

Cuando las condiciones de la obra requieran determinadas características del producto terminado, bien sea mortero, hormigón o lechada, podrá utilizarse como cemento el obtenido mediante la mezcla íntima, cuidadosamente vigilada, de cementos naturales, portland o siderúrgicos.

Pueden utilizarse mezclas de cemento siderúrgico y aluminoso, siempre que se realicen ensayos previos de las resistencias mecánicas obtenidas.

Los cementos compuestos y naturales no son aptos para elementos y estructuras resistentes de hormigón.

#### **202.11 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, el cemento se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas.

## 203 YESOS Y ESCAYOLAS

### 203.1 DEFINICION

Los yesos y escayolas empleados en unidades de obra comprendidas dentro del ámbito de aplicación del presente Pliego serán los definidos en el vigente Pliego General de Condiciones para la Recepción de Yesos y Escayolas en las Obras de Construcción.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo de yeso o escayola que deberá utilizarse en cada caso.

### 203.2 ENVASADO

Los yesos y escayolas deberán estar secos y exentos de grumos y se expendrán en envases adecuados para que no sufran alteración.

En cada envase deberán figurar los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca comercial del producto.
- Designación del producto contenido según el vigente Pliego General de Condiciones para la Recepción de Yesos y Escayolas.
- Peso neto.

### 203.3 RECEPCION

El producto deberá rechazarse si en el momento de abrir el recipiente que lo contenga aparece húmedo o grumoso.

Independientemente de esta primera comprobación, el Director de las obras podrá ordenar, previa a la admisión del producto, la realización de los ensayos que crea necesarios para la comprobación de las características especificadas. Estos ensayos se realizarán de acuerdo con las normas UNE 7064 y UNE 7065.

Estas comprobaciones podrán repetirse, a juicio del Director, durante el almacenaje del producto, y siempre que exista duda de que, bien por el tiempo de almacenaje, bien por las condiciones del mismo, se hayan podido producir variaciones en las características.

#### **203.4 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de estos materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en las unidades de obra de que formen parte.

En acopios, los yesos y escayolas se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas de cada material.

## **210 ALQUITRANES PARA CARRETERAS**

### **210.1 DEFINICION**

Se definen los alquitranes para carreteras como los productos bituminosos de viscosidad variable preparados a partir del residuo bruto obtenido en la destilación destructiva del carbón a altas temperaturas.

### **210.2 CONDICIONES GENERALES**

Los alquitranes para carreteras deberán presentar un aspecto homogéneo y estar prácticamente exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo.

Además, y de acuerdo con su designación, cumplirán las exigencias que se señalan en el Cuadro 210.1.

### **210.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

#### **210.3.1 En bidones**

Los bidones empleados para el transporte de alquitrán estarán constituidos por una virola de una sola pieza; no presentarán desperfectos ni fugas; sus sistemas de cierre serán herméticos y se conservarán en buen estado, lo mismo que la unión de la virola con el fondo.

A la recepción en obra de cada partida, el Director de las obras inspeccionará el estado de los bidones y procederá a dar su conformidad para que se pase a controlar el material, o a rechazarlos.

Los bidones empleados para el transporte de alquitrán se almacenarán en instalaciones donde queden adecuadamente protegidos de la humedad, lluvia, calor excesivo, y de la zona de influencia de motores, máquinas, fuegos o llamas.

El Director comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que del trato dado a los bidones durante su descarga no se siguen desperfectos que puedan afectar a la calidad del material, y de no ser así impondrá el sistema de descarga que estime más conveniente.

#### **210.3.2 A granel**

Cuando el sistema de transporte sea a granel, el Contratista comunicará al Director, con la debida antelación, el sistema que va a utilizar, con objeto de obtener la aprobación correspondiente.

CUADRO 210.1  
ESPECIFICACIONES DE ALQUITRANES

CARACTERISTICAS	Norma de ensayo NLT	T I P O S																	
		AQ 38		AQ 46		AQ 54		BQ 30		BQ 38		BQ 46		BQ 58		BQ 62		BQ 66	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Equiviscosidad °C	188/72	38 ± 1,5		46 ± 1,5		54 ± 1,5		30 ± 1,5		38 ± 1,5		46 ± 1,5		58 ± 1,5		62 ± 1,5		66 ± 1,5	
Densidad relativa (a 25° C)	122/72	1,10	1,25	1,11	1,25	1,12	1,26	1,10	1,24	1,11	1,25	1,12	1,25	1,13	1,27	1,13	1,27	1,13	1,28
Contenido de agua (en peso) %	123/72		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5
Indice de espuma	193/73		8		8		8		8		8		8		8		8		8
Destilación (en peso)	189/72																		
a) hasta 200° C %			0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5
b) desde 200° C a 270° C %		3	10	2	7	1	5	4	11	1	8	1	5		3		2		2
c) desde 270° C a 300° C %		4	9	2	7	2	7	4	9	4	9	2	7	1	6	1	5	1	5
b + c %			16		12		10		16		13		11		8		7		6
Punto de reblandecimiento anillo y bola del residuo de destilación °C	125/72	35	53	35	55		56	35	46	35	47	35	49		56		56		56
Fenoles (en volumen) %	190/72		3		2,5				3		2,5		2						
Naftalina (en peso) %	191/72		4		3				4		2,5		2,5						
Insoluble en tolueno (en peso) %	192/72		24		25		26		23		24		25		28		28		28

Las cisternas empleadas para el transporte de alquitranes estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los depósitos de almacenamiento, y con tal fin serán preferibles las bombas de tipo rotativo a las centrífugas. Dichas bombas deberán estar calefactadas y/o poderse limpiar perfectamente después de cada utilización.

Los alquitranes AQ 38, BQ 30 y BQ 38 podrán transportarse en cisternas ordinarias, sin aislamiento ni sistema de calefacción, incluso en las empleadas corrientemente para el transporte de otros líquidos, siempre que el Director pueda comprobar que se ha empleado una cisterna completamente limpia.

Los alquitranes AQ 46, AQ 54, BQ 46, BQ 58, BQ 62 y BQ 66 se transportarán siempre en caliente, para lo cual las cisternas a emplear estarán perfectamente calorifugadas y provistas de termómetros situados en puntos bien visibles. Será conveniente que estén dotadas de su propio sistema de calefacción, para evitar que, por cualquier accidente, la temperatura del producto baje excesivamente.

El alquitrán transportado en cisternas se almacenará en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de boca de ventilación para evitar que trabajen a presión, y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios para el perfecto funcionamiento de la instalación, situados en puntos de fácil acceso.

Todas las tuberías a través de las cuales ha de pasar el alquitrán que se transporte en caliente, desde el elemento de transporte al tanque de almacenamiento, deberán estar dotadas de calefacción y/o estar aisladas.

A la vista de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, así como de aquellas otras que referentes a la capacidad de la cisterna, rendimiento del suministro, peligro de inflamación, etc, estime necesarias el Director, procederá éste a aprobar o a rechazar el sistema de transporte y almacenamiento presentado.

El Director comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que durante el vaciado de las cisternas no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar a la calidad del material, y de no ser así suspenderá la operación hasta que se tomen las medidas necesarias para que aquélla se realice de acuerdo con sus exigencias.

#### **210.4 RECEPCION**

A la recepción en obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuenten con la aprobación del Director, se llevará a cabo una toma de muestras, y sobre ellas se procederá a medir su viscosidad, a realizar el ensayo de destilación y a medir el punto de reblandecimiento del residuo de éste.

Con independencia de lo anteriormente establecido, cuando el Director lo estime conveniente, se llevarán a cabo las series de ensayos que considere necesarias para la comprobación de las demás características reseñadas en este Pliego.

Si la partida es identificable, y el Contratista presenta una hoja de ensayos, redactada por un Laboratorio dependiente del Ministerio de Obras Públicas, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para completar dichas series, bien entendido que la presentación de dicha hoja no afectará en ningún caso a la realización ineludible de los ensayos de viscosidad y destilación.

## 210.5 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, el alquitrán se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas. Si la deducción de la medición tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de la Tabla 210.2.

TABLA 210.2

t = temperatura de medición (°C)

k = coeficiente multiplicativo del volumen medido, para reducirlo a volumen a 25° C

t	k	t	k	t	k	t	k
20°	1,0027	46°	0,9889	72°	0,9749	98°	0,9609
21°	1,0021	47°	0,9882	73°	0,9743	99°	0,9604
22°	1,0016	48°	0,9877	74°	0,9738	100°	0,9599
23°	1,0011	49°	0,9872	75°	0,9732	101°	0,9593
24°	1,0005	50°	0,9866	76°	0,9727	102°	0,9588
25°	1,0000	51°	0,9861	77°	0,9722	103°	0,9583
26°	0,9995	52°	0,9856	78°	0,9716	104°	0,9577
27°	0,9989	53°	0,9850	79°	0,9711	105°	0,9572
28°	0,9984	54°	0,9845	80°	0,9706	106°	0,9567
29°	0,9979	55°	0,9839	81°	0,9700	107°	0,9561
30°	0,9973	56°	0,9834	82°	0,9695	108°	0,9556
31°	0,9968	57°	0,9829	83°	0,9690	109°	0,9551
32°	0,9962	58°	0,9823	84°	0,9684	110°	0,9545
33°	0,9957	59°	0,9818	85°	0,9679	111°	0,9540
34°	0,9952	60°	0,9813	86°	0,9674	112°	0,9535
35°	0,9946	61°	0,9807	87°	0,9668	113°	0,9529
36°	0,9941	62°	0,9802	88°	0,9663	114°	0,9524
37°	0,9936	63°	0,9797	89°	0,9658	115°	0,9518
38°	0,9930	64°	0,9791	90°	0,9652	116°	0,9513
39°	0,9925	65°	0,9786	91°	0,9647	117°	0,9508
40°	0,9920	66°	0,9781	92°	0,9642	118°	0,9502
41°	0,9914	67°	0,9775	93°	0,9636	119°	0,9497
42°	0,9909	68°	0,9770	94°	0,9631	120°	0,9492
43°	0,9904	69°	0,9765	95°	0,9625		
44°	0,9898	70°	0,9759	96°	0,9620		
45°	0,9893	71°	0,9754	97°	0,9615		

## **211 BETUNES ASFALTICOS**

### **211.1 DEFINICION**

Se definen los betunes asfálticos como los productos bituminosos sólidos o viscosos, naturales o preparados a partir de hidrocarburos naturales por destilación, oxidación o cracking que contienen un tanto por ciento bajo de productos volátiles, poseen propiedades aglomerantes características y son esencialmente solubles en sulfuro de carbono.

### **211.2 CONDICIONES GENERALES**

Los betunes asfálticos deberán presentar un aspecto homogéneo y estar prácticamente exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo.

Además, y de acuerdo con su designación, cumplirán las exigencias que se señalan en el Cuadro 211.1.

### **211.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

#### **211.3.1 En bidones**

Los bidones empleados para el transporte de betún asfáltico estarán constituidos por una virola de una sola pieza: no presentarán desperfectos ni fugas, sus sistemas de cierre serán herméticos y se conservarán en buen estado, lo mismo que la unión de la virola con el fondo.

A la recepción en obra de cada partida, el Director de las obras inspeccionará el estado de los bidones y procederá a dar su conformidad para que se pase a controlar el material, o a rechazarlos.

Los bidones empleados para el transporte de betún asfáltico se almacenarán en instalaciones donde queden adecuadamente protegidos de la humedad, lluvia, calor excesivo, y de la zona de influencia de motores, máquinas, fuegos o llamas.

El Director comprobará con la frecuencia que crea necesaria que del trato dado a los bidones durante su descarga no se siguen desperfectos que puedan afectar a la calidad del material, y de no ser así impondrá el sistema de descarga que estime más conveniente.

### **211.3.2 A granel**

Cuando el sistema de transporte sea a granel, el Contratista comunicará al Director, con la debida antelación, el sistema que va a utilizar, con objeto de obtener la aprobación correspondiente.

Las cisternas empleadas para el transporte de betún asfáltico estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los depósitos de almacenamiento; y con tal fin serán preferibles las bombas de tipo rotativo a las centrífugas. Dichas bombas deberán estar calefactadas y/o poderse limpiar perfectamente después de cada utilización.

Dado que los betunes asfálticos se transportarán siempre en caliente, las cisternas a emplear estarán perfectamente calorifugadas y provistas de termómetros situados en puntos bien visibles. Será conveniente que estén dotados de su propio sistema de calefacción, para evitar que, por cualquier accidente, la temperatura del producto baje excesivamente.

Sólo para transportes muy cortos, y en casos excepcionales, podrá autorizar el Director la utilización de cisternas ordinarias, sin aislamiento ni sistema de calefacción; incluso las empleadas corrientemente para el transporte de otros líquidos, siempre que el Director pueda comprobar que se ha empleado una cisterna completamente limpia.

El betún asfáltico transportado en cisternas se almacenará en uno o varios tanques adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de boca de ventilación para evitar que trabajen a presión, y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios para el perfecto funcionamiento de la instalación, situados en puntos de fácil acceso.

Todas las tuberías a través de las cuales ha de pasar el betún, desde el elemento de transporte al tanque de almacenamiento, deberán estar dotadas de calefacción y/o estar aisladas.

A la vista de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, así como de aquellas otras que, referentes a la capacidad de la cisterna, rendimiento del suministro, etc, estime necesarias el Director, procederá éste a aprobar o a rechazar el sistema de transporte y almacenamiento presentado.

El Director comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que durante el vaciado de las cisternas no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar a la calidad del material, y de no ser así suspenderá la operación hasta que se tomen las medidas necesarias para que aquélla se realice de acuerdo con sus exigencias.

### **211.4 RECEPCION**

A la recepción en obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuenten con la aprobación del Director, se llevará a cabo una toma de muestras, y sobre ellas se procederá a medir su penetración.

Con independencia de lo anteriormente establecido, cuando el Director lo estime conveniente, se llevarán a cabo las series de ensayos que considere necesarias para la comprobación de las demás características reseñadas en este Pliego.

Si la partida es identificable y el Contratista presenta una hoja de ensayos, redactada por un Laboratorio dependiente del Ministerio de Obras Públicas, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para completar dichas series, bien entendido que la presentación de dicha hoja no afectará en ningún caso a la realización ineludible de los ensayos de penetración.

### 211.5 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, el betún asfáltico se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas.

Si la deducción de la medición tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de la Tabla 211.2.

CUADRO 211.1  
ESPECIFICACIONES DE BETUNES ASFALTICOS

CARACTERISTICAS	Norma de ensayo NLT	T I P O S									
		B 20/30		B 40/50		B 60/70		B 80/100		B 150/200	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Penetración (a 25° C, 100 g, 5 s) 0,1 mm	124/72	20	30	40	50	60	70	80	100	150	200
Índice de penetración	181/72	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Pérdida por calentamiento (a 163° C, 5 h) %	128/72		0,5		0,5		0,5		1,0		1,0
Ductilidad (a 25° C, 5 cm/min) cm	126/72	30		50		70		100		100	
Penetración del residuo después de la pérdida por calentamiento en % de la penetración original	124/72	75		75		75		75		75	
Solubilidad en tricloroetileno	130/72	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Punto de Fraass °C	182/72		0		-4		-8		-10		-15
Contenido de agua (en volumen) %	123/72		0,2		0,2		0,2		0,2		0,2

**Nota.**—Los betunes asfálticos tendrán aspecto homogéneo y no formarán espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo.

TABLA 211.2

t = temperatura de medición (°C)

k = coeficiente multiplicativo del volumen medido, para reducirlo a volumen a 25° C

t	k	t	k	t	k	t	k	t	k	t	k	t	k
-15°	1,0254	31°	0,9962	77°	0,9676	123°	0,9396	169°	0,9121	215°	0,8855		
-14°	1,0247	32°	0,9957	78°	0,9670	124°	0,9390	170°	0,9116	216°	0,8850		
-13°	1,0241	33°	0,9950	79°	0,9664	125°	0,9384	171°	0,9111	217°	0,8845		
-12°	1,0234	34°	0,9943	80°	0,9658	126°	0,9378	172°	0,9104	218°	0,8838		
-11°	1,0228	35°	0,9937	81°	0,9652	127°	0,9372	173°	0,9098	219°	0,8832		
-10°	1,0222	36°	0,9931	82°	0,9646	128°	0,9366	174°	0,9092	220°	0,8827		
-9°	1,0216	37°	0,9925	83°	0,9640	129°	0,9360	175°	0,9087	221°	0,8822		
-8°	1,0210	38°	0,9918	84°	0,9633	130°	0,9354	176°	0,9082	222°	0,8816		
-7°	1,0203	39°	0,9911	85°	0,9627	131°	0,9350	177°	0,9076	223°	0,8809		
-6°	1,0196	40°	0,9905	86°	0,9620	132°	0,9343	178°	0,9069	224°	0,8804		
-5°	1,0190	41°	0,9899	87°	0,9614	133°	0,9337	179°	0,9063	225°	0,8797		
-4°	1,0184	42°	0,9893	88°	0,9608	134°	0,9330	180°	0,9058	226°	0,8792		
-3°	1,0178	43°	0,9886	89°	0,9602	135°	0,9324	181°	0,9052	227°	0,8787		
-2°	1,0171	44°	0,9880	90°	0,9596	136°	0,9319	182°	0,9046	228°	0,8781		
-1°	1,0165	45°	0,9874	91°	0,9590	137°	0,9312	183°	0,9040	229°	0,8773		
0°	1,0158	46°	0,9868	92°	0,9584	138°	0,9306	184°	0,9034	230°	0,8769		
1°	1,0152	47°	0,9862	93°	0,9578	139°	0,9299	185°	0,9029	231°	0,8764		
2°	1,0146	48°	0,9855	94°	0,9572	140°	0,9294	186°	0,9023	232°	0,8758		
3°	1,0139	49°	0,9849	95°	0,9565	141°	0,9289	187°	0,9017	233°	0,8752		
4°	1,0133	50°	0,9843	96°	0,9560	142°	0,9282	188°	0,9010	234°	0,8746		
5°	1,0127	51°	0,9837	97°	0,9554	143°	0,9276	189°	0,9005	235°	0,8741		
6°	1,0121	52°	0,9831	98°	0,9547	144°	0,9270	190°	0,9000	236°	0,8736		
7°	1,0115	53°	0,9823	99°	0,9541	145°	0,9264	191°	0,8995	237°	0,8730		
8°	1,0108	54°	0,9817	100°	0,9535	146°	0,9260	192°	0,8989	238°	0,8723		
9°	1,0101	55°	0,9812	101°	0,9529	147°	0,9253	193°	0,8982	239°	0,8718		
10°	1,0094	56°	0,9806	102°	0,9523	148°	0,9246	194°	0,8976	240°	0,8712		
11°	1,0089	57°	0,9799	103°	0,9517	149°	0,9240	195°	0,8970	241°	0,8707		
12°	1,0082	58°	0,9794	104°	0,9511	150°	0,9235	196°	0,8965	242°	0,8701		
13°	1,0075	59°	0,9787	105°	0,9505	151°	0,9229	197°	0,8959	243°	0,8695		
14°	1,0068	60°	0,9781	106°	0,9499	152°	0,9223	198°	0,8953	244°	0,8690		
15°	1,0062	61°	0,9775	107°	0,9493	153°	0,9217	199°	0,8947	245°	0,8684		
16°	1,0057	62°	0,9769	108°	0,9487	154°	0,9211	200°	0,8941	246°	0,8679		
17°	1,0051	63°	0,9763	109°	0,9480	155°	0,9205	201°	0,8936	247°	0,8672		
18°	1,0044	64°	0,9757	110°	0,9474	156°	0,9200	202°	0,8930	248°	0,8667		
19°	1,0037	65°	0,9751	111°	0,9469	157°	0,9193	203°	0,8924	249°	0,8661		
20°	1,0031	66°	0,9744	112°	0,9462	158°	0,9187	204°	0,8918	250°	0,8656		
21°	1,0025	67°	0,9738	113°	0,9457	159°	0,9181	205°	0,8913	251°	0,8651		
22°	1,0019	68°	0,9731	114°	0,9450	160°	0,9176	206°	0,8907	252°	0,8645		
23°	1,0012	69°	0,9725	115°	0,9445	161°	0,9170	207°	0,8902	253°	0,8639		
24°	1,0006	70°	0,9719	116°	0,9438	162°	0,9164	208°	0,8895	254°	0,8632		
25°	1,0000	71°	0,9711	117°	0,9432	163°	0,9158	209°	0,8889	255°	0,8627		
26°	0,9994	72°	0,9707	118°	0,9426	164°	0,9152	210°	0,8884				
27°	0,9987	73°	0,9701	119°	0,9419	165°	0,9146	211°	0,8879				
28°	0,9981	74°	0,9695	120°	0,9414	166°	0,9141	212°	0,8873				
29°	0,9974	75°	0,9688	121°	0,9408	167°	0,9135	213°	0,8867				
30°	0,9968	76°	0,9682	122°	0,9402	168°	0,9128	214°	0,8861				

## **212 BETUNES ASFÁLTICOS FLUIDIFICADOS**

### **212.1 DEFINICION**

Se definen los betunes asfálticos fluidificados como los productos resultantes de la incorporación a un betún asfáltico de fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo.

### **212.2 CONDICIONES GENERALES**

Los betunes asfálticos fluidificados deberán presentar un aspecto homogéneo, estar prácticamente exentos de agua de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo y no presentar signos de coagulación antes de su utilización.

Además, y de acuerdo con su designación, cumplirán las exigencias que se señalan en los Cuadros 212.1 y 212.2.

### **212.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

#### **212.3.1 En bidones**

Los bidones empleados para el transporte de betún asfáltico fluidificado estarán constituidos por una virola de una sola pieza, no presentarán desperfectos ni fugas, sus sistemas de cierre serán herméticos y se conservarán en buen estado, lo mismo que la unión de la virola con el fondo.

A la recepción en obra de cada partida, el Director de las obras inspeccionará el estado de los bidones y procederá a dar su conformidad para que se pase a controlar el material o a rechazarlos.

Los bidones empleados para el transporte de betunes asfálticos fluidificados se almacenarán en instalaciones donde queden adecuadamente protegidos de la humedad, lluvia, calor excesivo, y de la zona de influencia de motores, máquinas, fuegos o llamas, y se colocarán, preferentemente, tumbados. Se extremará la vigilancia de estas condiciones cuando se tema que la temperatura ambiente pueda alcanzar valores cercanos al punto de inflamación del betún asfáltico fluidificado.

El Director comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que del trato dado a los bidones durante su descarga no se siguen desperfectos que puedan afectar a la calidad del material; y, de no ser así, impondrá el sistema de descarga que estime más conveniente.

### **212.3.2 A granel**

Cuando el sistema de transporte sea a granel, el Contratista comunicará al Director, con la debida antelación, el sistema que va a utilizar, con objeto de obtener la aprobación correspondiente.

Las cisternas empleadas para el transporte de betunes asfálticos fluidificados estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los depósitos de almacenamiento, y con tal fin serán preferibles las bombas de tipo rotativo a las centrífugas. Dichas bombas deberán estar calefactadas y/o poderse limpiar perfectamente después de cada utilización.

Los betunes asfálticos fluidificados RC 0 a RC 2, y MC 0 a MC 2 podrán transportarse en cisternas ordinarias, sin aislamiento ni sistema de calefacción, incluso en las empleadas corrientemente para el transporte de otros líquidos, siempre que el Director pueda comprobar que se ha empleado una cisterna completamente limpia.

Los betunes asfálticos fluidificados RC 3 a RC 5, y MC 3 a MC 5 se transportarán siempre en caliente, para lo cual las cisternas a emplear estarán perfectamente calorifugadas y provistas de termómetros situados en puntos bien visibles. Será conveniente que estén dotados de su propio sistema de calefacción para evitar que, por cualquier accidente, la temperatura del producto baje excesivamente.

El betún asfáltico fluidificado transportado en cisternas se almacenará en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de boca de ventilación para evitar que trabajen a presión, y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios para el perfecto funcionamiento de la instalación, situados en puntos de fácil acceso.

Todas las tuberías a través de las cuales ha de pasar el betún asfáltico fluidificado que se transporte en caliente, desde el elemento de transporte al tanque de almacenamiento, deberán estar dotadas de calefacción y/o estar aisladas.

A la vista de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, así como de aquellas otras que, referentes a la capacidad de la cisterna, rendimiento del suministro, peligro de inflamación, etc, estime necesarias el Director, procederá éste a aprobar o a rechazar el sistema de transporte y almacenamiento presentado.

El Director comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que durante el vaciado de las cisternas no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar a la calidad del material; y, de no ser así, suspenderá la operación hasta que no se tomen las medidas necesarias para que aquélla se realice de acuerdo con sus exigencias.

### **212.4 RECEPCION**

A la recepción en obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuente con la aprobación del Director, se llevará a cabo una toma de muestras, y sobre ellas se procederá a medir su viscosidad y a realizar el ensayo de destilación.

Con independencia de lo anteriormente establecido, cuando el Director lo estime conveniente se llevarán a cabo las series de ensayos que considere necesarias para la comprobación de las demás características reseñadas en este Pliego. En particular, deberá recurrirse a determinar el punto de inflamación siempre que se tema que la temperatura ambiente, o la designada para su empleo, puedan alcanzar el valor de dicho punto.

Si la partida es identificable, y el Contratista presenta una hoja de ensayos redactada por un Laboratorio dependiente del Ministerio de Obras Públicas, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para completar dichas series; bien entendido que la presentación de dicha hoja no afectará en ningún caso a la realización ineludible de los ensayos de viscosidad y destilación.

#### **212.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, los betunes asfálticos fluidificados se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

Si la deducción de la medición tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de la Tabla 212.3.

CUADRO 212.1

ESPECIFICACIONES DE BETUNES ASFALTICOS FLUIDIFICADOS DE CURADO RAPIDO

CARACTERISTICAS	Norma de ensayo NLT	T I P O S											
		RC 0		RC 1		RC 2		RC 3		RC 4		RC 5	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Punto de inflamación °C	136/72					27		27		27		27	
Viscosidad Saybolt Furol	133/72	75	150										
a 25° C	s			75	150								
a 50° C	s					100	200	250	500				
a 60° C	s									125	250	300	600
a 82° C	s												
Destilación (% del volumen total destilado hasta 360° C)	134/72												
a 190° C	%	15		10									
a 225° C	%	55		50		40		25		8			
a 260° C	%	75		70		65		55		40		25	
a 316° C	%	90		88		87		83		80		70	
Residuo de la destilación a 360° C (en volumen por diferencia)	%	134/72	50		60		67		73		78		82
Contenido de agua (en volumen)	%	123/72		0,2		0,2		0,2		0,2		0,2	
Ensayos sobre el residuo de destilación													
Penetración (a 25° C, 100 g, 5 s)	0,1 mm	124/72	80	120	80	120	80	120	80	120	80	120	80
Ductilidad (a 25° C, 5 cm/min)	cm	126/72	100		100		100		100		100		100
Solubilidad en tricloroetileno	%	130/72	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0		99,0

CUADRO 212.2

ESPECIFICACIONES DE BETUNES ASFALTICOS FLUIDIFICADOS DE CURADO MEDIO

CARACTERISTICAS	Norma de ensayo NLT	T I P O S												
		MC 0		MC 1		MC 2		MC 3		MC 4		MC 5		
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
Punto de inflamación	°C	136/72	38		38		66		66		66		66	
Viscosidad Saybolt Furol		133/72	75	150	75	150	100	200	250	500	125	250	300	600
a 25° C	s													
a 50° C	s													
a 60° C	s													
a 82° C	s													
Destilación		134/72												
(% del volumen total destilado hasta 360° C)														
a 225° C	%		40	25	25	20	15	10	5	5	0	0	0	0
a 260° C	%		75	70	70	65	60	55	55	40	30	20	20	20
a 316° C	%			93		90		87		85	40	80	75	75
Residuo de la destilación a 360° C (en volumen por diferencia)	%	134/72	50		60		67		73		78		82	
Contenido de agua (en volumen)	%	123/72		0,2		0,2		0,2		0,2		0,2		0,2
Ensayos sobre el residuo de destilación														
Penetración (a 25° C, 100 g, 5 s)	0,1 mm	124/72	120	300	120	300	120	300	120	300	120	300	120	300
Ductilidad (a 25° C, 5 cm/min)	cm	126/72	100		100		100		100		100		100	
Solubilidad en tricloroetileno	%	130/72	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	

TABLA 212.3

t = temperatura de medición (°C)

k = coeficiente multiplicativo del volumen medido para reducirlo a volumen a 25° C

t	k	t	k	t	k	t	k
-15°	1,0290	26°	0,9993	67°	0,9702	108°	0,9420
-14°	1,0283	27°	0,9986	68°	0,9695	109°	0,9413
-13°	<b>1,0276</b>	28°	0,9978	69°	0,9688	110°	0,9406
-12°	<b>1,0268</b>	29°	0,9971	70°	0,9681	111°	0,9399
-11°	<b>1,0261</b>	30°	0,9964	71°	0,9675	112°	0,9392
-10°	1,0254	31°	0,9957	72°	0,9668	113°	0,9385
-9°	1,0246	32°	0,9950	73°	0,9660	114°	0,9378
-8°	1,0238	33°	0,9942	74°	0,9653	115°	0,9372
-7°	1,0231	34°	0,9935	75°	0,9647	116°	0,9366
-6°	1,0224	35°	0,9928	76°	0,9640	117°	0,9359
-5°	1,0217	36°	0,9922	77°	0,9633	118°	0,9351
-4°	1,0210	37°	0,9915	78°	0,9626	119°	0,9345
-3°	1,0203	38°	0,9907	79°	0,9619	120°	0,9338
-2°	1,0195	39°	0,9900	80°	0,9612	121°	0,9332
-1°	1,0188	40°	0,9893	81°	0,9605	122°	0,9325
0°	1,0181	41°	<b>0,9886</b>	82°	0,9599	123°	0,9318
1°	1,0174	42°	<b>0,9879</b>	83°	0,9591	124°	0,9311
2°	1,0167	43°	<b>0,9872</b>	84°	0,9584	125°	0,9305
3°	1,0159	44°	0,9865	85°	0,9578	126°	0,9299
4°	1,0152	45°	0,9658	86°	0,9571	127°	0,9292
5°	1,0144	46°	0,9850	<b>87°</b>	0,9564	128°	0,9284
6°	1,0138	47°	0,9843	<b>88°</b>	0,9556	129°	0,9278
7°	1,0130	48°	0,9835	<b>89°</b>	0,9549	130°	0,9271
8°	1,0122	49°	0,9828	90°	0,9542	131°	0,9265
9°	1,0115	50°	0,9822	91°	0,9536	132°	0,9257
10°	1,0108	51°	0,9815	92°	0,9529	133°	0,9250
11°	1,0101	52°	0,9808	93°	0,9522	134°	0,9243
12°	1,0094	53°	0,9800	94°	0,9515	135°	0,9237
13°	1,0086	54°	0,9793	95°	0,9508	136°	0,9231
14°	1,0079	55°	0,9787	96°	0,9502	137°	0,9224
15°	1,0072	56°	0,9780	97°	0,9494	138°	0,9217
16°	1,0065	57°	0,9773	98°	0,9488	139°	0,9210
17°	1,0058	58°	0,9765	99°	0,9481	140°	0,9204
18°	1,0050	59°	0,9758	100°	0,9474	141°	0,9198
19°	1,0043	60°	0,9752	101°	0,9468	142°	0,9191
20°	1,0036	61°	0,9745	102°	0,9461	143°	0,9184
21°	1,0029	62°	0,9738	103°	0,9454	144°	0,9177
22°	1,0022	63°	0,9730	104°	0,9447	145°	0,9171
23°	1,0014	64°	0,9724	105°	0,9440		
24°	1,0007	65°	0,9717	106°	0,9434		
25°	1,0000	66°	0,9710	107°	0,9427		

## **213 EMULSIONES ASFALTICAS**

### **213.1 DEFINICION**

Se definen las emulsiones asfálticas como las suspensiones de pequeñas partículas de un producto asfáltico en agua o en una solución acuosa, con un agente emulsionante de carácter aniónico o catiónico, lo que determina la denominación de la emulsión.

### **213.2 CONDICIONES GENERALES**

Las emulsiones asfálticas se fabricarán a base de betún asfáltico (ver Cuadro 211.1), agua y emulsionantes adecuados, y, en su caso, fluidificantes apropiados. Las emulsiones asfálticas deberán presentar un aspecto homogéneo. Además, y de acuerdo con su tipo y designación, cumplirán las exigencias que se señalan en los Cuadros 213.1 y 213.2.

### **213.3 FABRICACION**

Para la fabricación de las emulsiones asfálticas se emplearán medios mecánicos, tales como homogeneizadores, molinos coloidales, etc, que garanticen la adecuada dispersión del betún en la fase acuosa, en las condiciones especificadas.

### **213.4 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

#### **213.4.1 En bidones**

Los bidones empleados para el transporte de la emulsión asfáltica estarán constituidos por una virola de una sola pieza, no presentarán desperfectos ni fugas, sus sistemas de cierre serán herméticos y se conservarán en buen estado, lo mismo que la unión de la virola con el fondo.

Se evitará la utilización, para emulsiones aniónicas, de bidones que hayan contenido emulsiones catiónicas, y viceversa, para lo cual los bidones deberán ir debidamente marcados por el fabricante.

A la recepción en obra de cada partida, el Director de las obras inspeccionará el estado de los bidones y procederá a dar su conformidad para que se pase a controlar el material, o a rechazarlos.

Los bidones empleados para el transporte de emulsiones asfálticas se almacenarán en instalaciones donde queden adecuadamente protegidos de la humedad, lluvia, calor excesivo y de la acción de las heladas, ya que estas últimas pueden producir la rotura de la emulsión.

El Director comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que del trato dado a los bidones durante su descarga no se siguen desperfectos que puedan afectar a la calidad del material, y de no ser así impondrá el sistema de descarga que estime más conveniente.

#### **213.4.2 A granel**

Cuando el sistema de transporte sea a granel, el Contratista comunicará al Director, con la debida antelación, el sistema que va a utilizar, con objeto de obtener la aprobación correspondiente.

Las emulsiones asfálticas podrán transportarse en cisternas ordinarias, sin aislamiento ni sistema de calefacción, incluso en las empleadas normalmente para el transporte de otros líquidos, siempre que el Director pueda comprobar que se ha empleado una cisterna completamente limpia. Pero, en todo caso, estarán dotadas de medios mecánicos para el traslado rápido de su contenido a los depósitos de almacenamiento; y, con tal fin, serán preferibles las bombas de tipo rotativo a las centrífugas. Dichas bombas deberán poderse limpiar perfectamente después de cada utilización.

La emulsión asfáltica transportada en cisternas se almacenará en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de boca de ventilación para evitar que trabajen a presión, y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios para el perfecto funcionamiento de la instalación, situados en puntos de fácil acceso.

A la vista de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, así como de aquellas otras que, referentes a la capacidad de la cisterna, rendimiento del suministro, etc, estime necesarias el Director, procederá éste a aprobar o rechazar el sistema de transporte y almacenamiento presentado.

El Director comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que durante el vaciado de las cisternas no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar a la calidad del material, y de no ser así suspenderá la operación hasta que se tomen las medidas necesarias para que aquélla se realice de acuerdo con sus exigencias.

#### **213.5 RECEPCION**

A la recepción en obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuenten con la aprobación del Director, se llevará a cabo una toma de muestras, y sobre ellas se procederá a la identificación del tipo de emulsión, aniónica o catiónica, y a medir su contenido de agua y su penetración sobre el residuo de destilación.

Con independencia de lo anteriormente establecido, cuando el Director lo estime conveniente, se llevarán a cabo las series de ensayos que considere necesarias para la comprobación de las demás características reseñadas en este Pliego.

Si la partida es identificable, y el Contratista presenta una hoja de ensayos redactada por un Laboratorio dependiente del Ministerio de Obras Públicas, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para completar dichas series, bien entendido que la presentación de dicha hoja no afectará en ningún caso a la realización ineludible de los ensayos

de identificación del tipo de emulsión, contenido de agua y penetración sobre el residuo de destilación.

### **213.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, las emulsiones asfálticas se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

Si la deducción de la medición tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de la Tabla 213.3.

**CUADRO 213.1**  
**ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES ANIONICAS**

CARACTERISTICAS	Norma de ensayo NLT	TIPOS													
		Rotura rápida						Rotura media						Rotura lenta	
		EAR 0		EAR 1		EAR 2		EAM 1		EAM 2		EAM f		EAL 1	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Universal, a 25° C	s	138/72	100												
Furol, a 25° C	s			50	50			50	50			400	50		
Contenido de agua (en volumen)	%	137/72	55	40	35			40	35			45	40		
Fluidificante por destilación (en volumen)	%	139/72	0	0	0			0	0			10	0		
Betún asfáltico residual	%	139/72	45	60	5	65	5	60	5	65	5	55	60	5	
Sedimentación (a los 7 días)	%	140/72	10					5	5			5		5	
Tamizado (retenido en el tamiz 0,80 UNE)	%	142/72	0,10	0,10	0,10			0,10	0,10			0,10		0,10	
Demulsibilidad (35 cm <sup>3</sup> de Cl <sub>2</sub> Ca 0,02 N)	%	141/72	60	60	60										
Mezcla con cemento	%	144/72												2,0	
Envuelta y resistencia al desplazamiento por el agua		196/73													
Envuelta árido seco								buena	buena			buena			
Envuelta árido seco después del riego								aceptable	aceptable			aceptable			
Envuelta árido húmedo								aceptable	aceptable			aceptable			
Envuelta árido húmedo después del riego								aceptable	aceptable			aceptable			
Ensayos sobre el residuo de destilación															
Penetración (a 25° C, 100 g, 5 s)	0,1 mm	124/72	130	200	130	200	130	200	130	200	130	200	130	200	
Ductilidad (a 25° C, 5 cm/min)	cm	126/72	60	100*	60	100*	60	100*	60	100*	60	100*	60	100*	
Solubilidad en tricloroetileno	%	130/72	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
			97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	

\* Estas emulsiones con residuos de destilación más duros se designan con el tipo correspondiente seguido de la letra «d» (ejemplo: EAR1d).

CUADRO 213.2

ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES CATIONICAS

CARACTERISTICAS	Norma de ensayo NLT	T I P O S											
		Rotura rápida						Rotura media		Rotura lenta			
		ECR 0		ECR 1		ECR 2		ECM 1		ECL 1		ECL f	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Universal, a 25° C	138/72		100										
Furol, a 25° C				50						50			100
Furol, a 50° C					20			20					
Carga de las partículas	194/73	positiva		positiva		positiva		positiva		positiva		positiva	
pH	195/73	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6
Contenido de agua (en volumen)	137/72		55		43		38		35		43		45
Fludificante por destilación (en volumen)			5		5		5		15		0		10
Betún asfáltico residual	139/72	45		57		62		57		57		55	
Sedimentación (a los 7 días)	140/72		10		5		5		5		5		5
Tamizado (retenido en tamiz 0,80 UNE)	142/72		0,10		0,10		0,10		0,10		0,10		0,10
Mezcla con cemento	144/72										2 **		
Envuelta y resistencia al desplazamiento por el agua	196/73							buena					
Envuelta árido seco después del riego								aceptable					
Envuelta árido húmedo después del riego								aceptable					
Ensayos sobre el residuo de destilación								aceptable					
Penetración (a 25° C, 100 g, 5 s)	124/72	130	200	130	200	130	200	100	250	130	200	130	200
Ductilidad (a 25° C, 5 cm/min)	126/72	60	100 *	60	100 *	60	100 *	40		60	100 *	60	100 *
Solubilidad en tricloroetileno	130/72	40		40		40		40		40		40	
		97,5		97,5		97,5		97,5		97,5		97,5	

\* Estas emulsiones con residuos de destilación más duros se designan con el tipo correspondiente seguido de la letra «d» (ejemplo: ECR1d).

\*\* Las emulsiones ECL1 que no cumplan este requisito podrán ser aceptadas previa justificación de su idoneidad para el uso a que se destinen.

TABLA 213.3

t = temperatura de medición (°C)

k = coeficiente multiplicativo del volumen medido para reducirlo a volumen a 25° C

t	k	t	k	t	k	t	k
15°	1,00450	28°	0,99862	41°	0,99276	54°	0,98687
16°	1,00405	29°	0,99817	42°	0,99231	55°	0,98643
17°	1,00360	30°	0,99773	43°	0,99185	56°	0,98598
18°	1,00314	31°	0,99728	44°	0,99140	57°	0,98553
19°	1,00270	32°	0,99682	45°	0,99095	58°	0,98507
20°	1,00225	33°	0,99636	46°	0,99050	59°	0,98462
21°	1,00180	34°	0,99591	47°	0,99004	60°	0,98417
22°	1,00135	35°	0,99547	48°	0,98959	61°	0,98371
23°	1,00090	36°	0,99501	49°	0,98914	62°	0,98327
24°	1,00044	37°	0,99456	50°	0,98870	63°	0,98281
25°	1,00000	38°	0,99411	51°	0,98823	64°	0,98236
26°	0,99953	39°	0,99365	52°	0,98778	65°	0,98191
27°	0,99908	40°	0,99321	53°	0,98733		

## 220 BALDOSAS DE CEMENTO

### 220.1 DEFINICION

Las baldosas que son objeto de este Pliego se definen por su configuración y/o por su composición.

#### 220.1.1 Definición según su configuración

- **Baldosas.** Son las placas de forma geométrica, con bordes vivos o biselados, de área superior a un decímetro cuadrado (1 dm<sup>2</sup>).
- **Baldosines.** Son las baldosas de área no superior a un decímetro cuadrado (1 dm<sup>2</sup>).
- **Losas.** Son placas de forma geométrica, cuya cara puede ser lisa, rugosa, con rebalzos o con rebajos, de área superior a diez decímetros cuadrados (10 dm<sup>2</sup>).
- **Losetas.** Son losas de área no superior a diez decímetros cuadrados (10 dm<sup>2</sup>).

#### 220.1.2 Definición según la composición

- **Baldosa hidráulica.** Se compone de:
  - Cara, constituida por la capa de huella, de mortero rico en cemento, arena muy fina y, en general, colorantes.
  - Capa intermedia, que puede faltar a veces, de un mortero análogo al de la cara, sin colorantes.
  - Capa de base, de mortero menos rico en cemento y arena más gruesa, que constituye el dorso.
- **Baldosa de pasta.** Se compone de una sola capa de pasta de cemento con colorantes y, a veces, con una pequeña cantidad de arena muy fina.
- **Baldosa de terrazo.** Se compone de:
  - Cara, constituida por la capa de huella, de hormigón o mortero de cemento, triturado de mármol u otras piedras y, en general, colorantes.
  - Capa intermedia, que puede faltar a veces, de mortero rico en cemento y árido fino.
  - Capa de base, de mortero menos rico en cemento y arena gruesa, que constituye el dorso.

La cara o capa de huella puede ser pulida o lavada.

## 220.2 MATERIALES EMPLEADOS

### 220.2.1 Cementos

Los cementos cumplirán los requisitos especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos vigente, y la comprobación de las características especificadas se llevará a cabo de acuerdo con las normas de ensayo que se fijan en dicho Pliego.

### 220.2.2 Aridos

Los áridos estarán limpios y desprovistos de finos y de materia orgánica, de acuerdo con las normas UNE 7082 y UNE 7135.

### 220.2.3 Agua

Cumplirá las condiciones exigidas en el Artículo 280, «Agua a emplear en morteros y hormigones».

### 220.2.4 Pigmentos

Los pigmentos cumplirán los requisitos especificados en la Norma UNE 41060.

## 220.3 CALIDADES

Según su calidad, los distintos tipos de baldosas podrán ser de clase 1ª, o de clase 2ª, definidas por las condiciones que se fijan en los apartados siguientes. Existirá además una clase especial que por su fabricación o materiales empleados (limaduras, áridos muy duros, etc) reunirá condiciones superiores en alguna de sus características a las de la clase 1ª, que en cada caso se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## 220.4 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

### 220.4.1 Forma y dimensiones

Las baldosas estarán perfectamente moldeadas, y su forma y dimensiones serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### 220.4.2 Tolerancias

Las tolerancias admisibles en las medidas nominales de los lados serán las que se indican en la Tabla 220.1.

TABLA 220.1

Medidas cm	TOLERANCIAS	
	Clase 1ª	Clase 2ª
10	± 0,3 %	± 0,5 %
10	± 0,2 %	± 0,3 %

### 220.4.3 Espesores

El espesor de una baldosa medido en distintos puntos de su contorno, con excepción de los rebajos de la cara o del dorso, no variará en más del ocho por ciento (8 %) del espesor máximo y no será inferior a los valores indicados en la Tabla 220.2.

TABLA 220.2

T I P O	Medida (1) cm	Espesor de la baldosa Mínimo cm
Baldosas y baldosines hidráulicos Clases 1.ª y 2.ª	≤ 10	1,2
	≤ 15	1,4
	≤ 20	1,6
	≤ 25	1,8
	≤ 30	2,0
	≤ 40	2,4
	≤ 50	2,7
Losetas hidráulicas Clases 1.ª y 2.ª	≤ 15	2,0
	≤ 20	2,3
	≤ 25	2,5
	≤ 30	2,8
Baldosas y baldosines de pasta Clases 1.ª y 2.ª	≤ 6	0,5
	≤ 10	0,8
	≤ 15	1,0
Baldosas de terrazo Clases 1.ª y 2.ª	≤ 20	2,0
	≤ 25	2,2
	≤ 30	2,4
	≤ 40	2,6
	≤ 50	2,8

(1) Esta medida corresponde, según los casos, a:

- Formas cuadradas: lado del cuadrado.
- Formas rectangulares: lado mayor del rectángulo.
- Otras formas: lado del mínimo cuadrado circunscrito.

El espesor de la capa de huella, con excepción de los rebajos de la cara, será sensiblemente uniforme y no menor, en ningún punto, que los indicados en la Tabla 220.3.

TABLA 220.3

T I P O	Espesor de la capa de huella mm	
	Clase 1ª	Clase 2ª
Baldosas y baldosines hidráulicos	4	3
Losas y losetas hidráulicas	6	4
Baldosas de terrazo	7	5

#### 220.4.4 Angulos

La variación máxima admisible en los ángulos será de cuatro décimas de milímetro (0,4 mm) en más o menos, medidos sobre un arco de veinte centímetros (20 cm) de radio, o por sus valores proporcionales, para las de clase 1ª, y de ocho décimas de milímetro (0,8 mm) en más o en menos para las de clase 2ª.

#### 220.4.5 Rectitud de las aristas

La desviación máxima de una arista respecto a la línea recta será, en las de clase 1ª, de uno por mil (1 ‰), y en las de clase 2ª, de dos por mil (2 ‰), en más o menos, de su longitud.

#### 220.4.6 Alabeo de la cara

La separación de un vértice cualquiera, con respecto al plano formado por otros tres, no será superior a cinco décimas de milímetro (0,5 mm) en más o en menos.

#### 220.4.7 Planicidad de la cara

La flecha máxima no sobrepasará el tres por mil (3 ‰) de la diagonal mayor en las de clase 1ª y el cuatro por mil (4 ‰) en las de clase 2ª, en más o en menos, no pudiendo estas medidas sobrepasar, a su vez, de dos y tres milímetros (2 y 3 mm), respectivamente.

### 220.5 ASPECTO Y ESTRUCTURA

#### 220.5.1 Cara vista

Las baldosas deberán cumplir la condición inherente a la cara vista. Esta condición se cumple si, en el momento de efectuar el control de recepción, hallándose éstas en estado seco, esta cara resulta bien lisa y no presenta un porcentaje de defectos superior a los márgenes que se señalan en la Tabla 220.4.

TABLA 220.4

D E F E C T O S	Tanto por ciento, en baldosas, sobre la partida	
	Clase 1ª	Clase 2ª
Hendiduras, grietas, depresiones, abultamientos o desconchados en la superficie de la baldosa, visibles a simple vista y desde la altura normal de una persona. Después de mojadas con un trapo húmedo pueden aparecer grietas o fisuras (rectilíneas o reticuladas), pero éstas deberán dejar de ser visibles a simple vista, y desde la altura de una persona, una vez secas.	2	4
Desportillado de aristas, de longitud superior a cuatro milímetros (4 mm) o al tamaño máximo del árido si éste excede de dicha medida, desbordando sobre la cara vista y de una anchura superior a dos milímetros (2 mm).	3	5
Despuntado de baldosas, cuyas esquinas estén matadas en una longitud superior a dos milímetros (2 mm).	2	4
Huellas de muela en baldosas pulimentadas.	1	2

En ningún caso la suma de los porcentajes excederá de cinco (5) en las de clase 1ª y de doce (12) en las de clase 2ª.

Las baldosas en seco podrán presentar ligeras eflorescencias (salitrado), así como algunos poros, invisibles a distancia de medio metro (0,5 m) después del mojado.

#### 220.5.2 Colorido

El color o colores de un pedido serán uniformes y de acuerdo con los de la muestra o modelo elegido.

#### 220.5.3 Estructura

La estructura de cada capa será uniforme en toda la superficie de fractura, sin presentar esfoliaciones ni poros visibles.

### 220.6 CARACTERISTICAS FISICAS

#### 220.6.1 Absorción de agua

El coeficiente de absorción de agua, máximo admisible, determinado según la Norma UNE 7008, será del diez por ciento (10 %) en peso, para las de clase 1ª, y del quince por ciento (15 %), para las de clase 2ª.

### 220.6.2 Heladicidad

En el caso de baldosas para exteriores, ninguna de las tres baldosas ensayadas, de acuerdo con la Norma UNE 7033, presentará en la cara o capa de huella señales de rotura o de deterioro.

### 220.6.3 Resistencia al desgaste

Realizado el ensayo según la Norma UNE 7015, con un recorrido de doscientos cincuenta metros (250 m), la pérdida máxima de altura permitida será la indicada en la Tabla 220.5.

TABLA 220.5

T I P O	Desgaste máximo mm		
	Clase especial	Clase 1ª	Clase 2ª
Baldosas y baldosines hidráulicos		3	No deberá aparecer la segunda capa, con un máx. de 4.
Losetas hidráulicas	Se indicará por el fabricante, con un máximo, en todo caso, de 2.	3	3,5
Baldosas y baldosines de pasta		3	4
Baldosas de terrazo	Se indicará por el fabricante, con un máximo, en todo caso, de 2.	2,5	3

### 220.6.4 Resistencia a la flexión

Determinada según la Norma UNE 7034, como media de cinco (5) piezas, la tensión aparente de rotura no será inferior a la indicada en la Tabla 220.6.

TABLA 220.6

T I P O	Tensión aparente de rotura kgf/cm <sup>2</sup>			
	Cara en tracción		Dorso en tracción	
	Clase 1ª	Clase 2ª	Clase 1ª	Clase 2ª
Baldosas hidráulicas	50	40	30	25
Loetas hidráulicas	55	50	35	30
Baldosas de terrazo	60	55	40	35

### 220.7 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, las baldosas se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente acopiados.

## 221 LADRILLOS HUECOS

### 221.1 DEFINICION

Se definen como ladrillos huecos los ladrillos de arcilla cocida, en forma de paralelepípedo rectangular, cuyas perforaciones, paralelas a una de sus aristas, tienen un volumen superior al treinta y tres por ciento (33 %) del volumen total aparente de la pieza.

### 221.2 CONDICIONES GENERALES

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneo, de grano fino y uniforme y de textura compacta; con resistencia mínima a compresión de doscientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (200 kgf/cm<sup>2</sup>). Esta resistencia se entiende medida en dirección del grueso, sin descontar los huecos, y de acuerdo con la Norma UNE 7059.
- Carecer de manchas, eflorescencias, quemados, grietas, coqueas, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido claro al ser golpeados con un martillo y serán inalterables al agua.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.
- Su capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14 %) en peso, después de un día (1 d) de inmersión. El ensayo de absorción de agua se realizará de acuerdo con la Norma UNE 7061.

### 221.3 FORMA Y DIMENSIONES

Salvo especificación en contrario en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, las dimensiones de los ladrillos huecos serán las siguientes:

**Ladrillos huecos y sencillos.** Veinticuatro centímetros (24 cm) de soga, once centímetros y medio (11,5 cm) de tizón y cuatro centímetros (4 cm) de grueso.

**Ladrillos huecos dobles.** Veinticuatro centímetros (24 cm) de soga, once centímetros y medio (11,5 cm) de tizón y nueve centímetros (9 cm) de grueso.

**Rasillas.** Veinticuatro centímetros (24 cm) de soga, once centímetros y medio (11,5 cm) de tizón y dos centímetros con setenta y cinco centésimas (2,75 cm) de grueso.

Se aceptarán tolerancias, en más o en menos, de hasta ocho milímetros (8 mm) en su soga; seis milímetros (6 mm) en su tizón; y solamente tres milímetros (3 mm) en su grueso, salvo en los ladrillos huecos dobles, en los que se admitirán cinco milímetros (5 mm).

Se admitirá una desviación máxima de cinco milímetros (5 mm) respecto de la línea recta en las aristas y diagonales superiores a once centímetros y medio (11,5 cm); y de tres milímetros (3 mm) en las inferiores.

#### **221.4 RESISTENCIA A LA INTEMPERIE**

Dadas las grandes diferencias climatológicas, no se establecen condiciones de heladicidad con carácter general, debiendo fijarse, en su caso, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. La resistencia a la intemperie de los ladrillos de arcilla cocida se comprobará mediante la Norma UNE 7062.

#### **221.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, los ladrillos huecos se medirán por millares de unidades realmente acopiados.

## 222 LADRILLOS MACIZOS

### 222.1 DEFINICION

Se definen como ladrillos macizos los ladrillos prensados de arcilla cocida, en forma de paralelepípedo rectangular, en los que se permiten perforaciones paralelas a una arista, de volumen total no superior al cinco por ciento (5 %) del total aparente de la pieza; rebajos en el grueso, siempre que éste se mantenga íntegro en un ancho mínimo de dos centímetros (2 cm) de una soga y de los dos tizones; que el área rebajada sea menor del cuarenta por ciento (40 %) de la total y que el grueso mínimo no sea menor de un tercio (1/3) del nominal.

### 222.2 CONDICIONES GENERALES

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, y de textura compacta; con resistencia mínima a compresión de doscientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (200 kgf/cm<sup>2</sup>). Esta resistencia se determinará de acuerdo con la Norma UNE 7059.
- Carecer de manchas, eflorescencias, quemados, grietas, coqueras, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido claro al ser golpeados con un martillo y serán inalterables al agua.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.
- Su capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14 %) en peso, después de un día (1 d) de inmersión. El ensayo de absorción de agua se realizará de acuerdo con la Norma UNE 7061.

### 222.3 FORMA Y DIMENSIONES

Los ladrillos macizos estarán perfectamente moldeados y presentarán aristas vivas y caras planas, sin imperfecciones ni desconchados.

Salvo especificación en contrario en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, sus dimensiones serán:

- Veinticuatro centímetros (24 cm) de soga.
- Once centímetros y medio (11,5 cm) de tizón.
- Cuatro centímetros (4 cm) de grueso.

Se aceptarán tolerancias, en más o en menos, de hasta cinco milímetros (5 mm) en su soga; cuatro milímetros (4 mm) en su tizón; y solamente dos milímetros (2 mm) en su grueso.

Como desviación máxima de la línea recta se admitirá, en toda arista o diagonal superior a once centímetros y medio (11,5 cm) la de tres milímetros (3 mm); y de dos milímetros (2 mm) en las inferiores.

#### **222.4 RESISTENCIA A LA INTEMPERIE**

Dadas las grandes diferencias climatológicas, no se establecen condiciones de heladicidad con carácter general, debiendo fijarse, en su caso, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. La resistencia a la intemperie de los ladrillos de arcilla cocida se comprobará mediante la Norma UNE 7062.

#### **222.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, los ladrillos macizos se medirán por millares de unidades realmente acopiados.

## 223 LADRILLOS PERFORADOS

### 223.1 DEFINICION

Se definen como ladrillos perforados los ladrillos de arcilla cocida en forma de paralelepípedo rectangular, en los que existen perforaciones paralelas a una cualquiera de las aristas, de un volumen total superior al cinco por ciento (5 %) y no mayor del treinta y tres por ciento (33 %) del total aparente de la pieza.

### 223.2 CONDICIONES GENERALES

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme y de textura compacta; con resistencia mínima a compresión de doscientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (200 kgf/cm<sup>2</sup>). Esta resistencia se entiende medida en dirección del grueso, sin descontar los huecos, y de acuerdo con la Norma UNE 7059.
- Carecer de manchas, eflorescencias, quemados, grietas, coqueras, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido claro al ser golpeados con un martillo y serán inalterables al agua.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.
- Su capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14 %) en peso, después de un día (1 d) de inmersión. El ensayo de absorción de agua se realizará de acuerdo con la Norma UNE 7061.

### 223.3 FORMA Y DIMENSIONES

Salvo especificación en contrario en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, sus dimensiones serán:

- Veinticuatro centímetros (24 cm) de soga.
- Once centímetros y medio (11,5 cm) de tizón.
- Seis centímetros y medio (6,5 cm) de grueso.

Se aceptarán tolerancias, en más o en menos, de hasta ocho milímetros (8 mm) en su soga; seis milímetros (6 mm) en su tizón; y solamente cuatro milímetros (4 mm) en su grueso.

Como desviación máxima de la línea recta se admitirá, en toda arista o diagonal superior a once centímetros y medio (11,5 cm), la de tres milímetros (3 mm), y de dos milímetros (2 mm) en las inferiores.

#### **223.4 RESISTENCIA A LA INTEMPERIE**

Dadas las grandes diferencias climatológicas, no se establecen condiciones de heladicidad con carácter general, debiendo fijarse, en su caso, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. La resistencia a la intemperie de los ladrillos de arcilla cocida se comprobará mediante la Norma UNE 7062.

#### **223.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, los ladrillos perforados se medirán por millares de unidades realmente acopiados.

## 240 BARRAS LISAS PARA HORMIGON ARMADO

### 240.1 DEFINICION

Se entienden por barras lisas para hormigón armado las de acero de sección circular fabricadas a partir de lingotes o semiproductos identificados por coladas o lotes de materia prima controlada, para que, con los procesos de fabricación empleados, se obtenga un producto homogéneo. La designación de este acero es AE22L.

### 240.2 COMPOSICION QUIMICA

Los contenidos máximos en fósforo y azufre, referidos al análisis de colada, serán de cinco y seis centésimas por ciento (0,05 % y 0,06 %), respectivamente, admitiéndose en los productos terminados contenidos máximos de seis y siete centésimas por ciento (0,06 % y 0,07 %), respectivamente.

### 240.3 CARACTERISTICAS MECANICAS

Las características mecánicas que deberán garantizarse son las siguientes:

- Carga unitaria de rotura ( $f_s$ ) comprendida entre tres mil cuatrocientos (3.400) y cinco mil (5.000) kilopondios por centímetro cuadrado ( $\text{kp}/\text{cm}^2$ ).
- Límite elástico aparente o convencional ( $f_y$ ) igual o superior a dos mil doscientos kilopondios por centímetro cuadrado ( $2.200 \text{ kp}/\text{cm}^2$ ).
- Alargamiento de rotura en tanto por ciento (%), medido sobre base de cinco (5) diámetros, igual o superior a veintitrés (23).

Las anteriores características se determinarán de acuerdo con la Norma UNE 7262.

- Ausencia de grietas después del ensayo de doblado simple a ciento ochenta grados ( $180^\circ$ ), efectuado a veinte más o menos dos grados centígrados ( $20 \pm 2^\circ \text{C}$ ), sobre un mandril del siguiente diámetro:
  - Para barras de diámetro superior a dieciséis milímetros (16 mm), cuya carga unitaria de rotura sea superior a cuatro mil quinientos kilopondios por centímetro cuadrado ( $4.500 \text{ kp}/\text{cm}^2$ ), el diámetro del mandril será doble del de la barra.
  - Para cualquier otro caso, el diámetro del mandril será igual al de la barra.

- Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado a noventa grados (90°). Este ensayo se efectuará a veinte más o menos dos grados centígrados ( $20 \pm 2^\circ \text{C}$ ) y, en cada caso, sobre un mandril de diámetro doble del utilizado en el ensayo de doblado simple a ciento ochenta grados (180°).

#### 240.4 SOLDABILIDAD

El acero será siempre soldable. La comprobación de la soldabilidad, en caso de que sea necesaria a juicio del Director de las obras, se realizará con arreglo a la Norma UNE 36097.

#### 240.5 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

Los valores nominales de la masa por metro lineal y del área de la sección recta se indican en la Tabla 240.1.

TABLA 240.1

Díámetro nominal	Masa por metro	Area de la sección recta
d en mm	M en kg/m	S en cm <sup>2</sup>
6	0,22	0,28
8	0,39	0,50
10	0,62	0,79
12	0,89	1,13
14	1,21	1,54
16	1,58	2,01
20	2,47	3,14
25	3,85	4,91
32	6,31	8,04
40	9,86	12,56
50	15,41	19,63

Los valores de las tolerancias en masa y sección transversal son los indicados en la Tabla 240.2.

TABLA 240.2

Diámetro nominal en mm	% Tolerancia sobre barra individual	% Tolerancia sobre lote
6 8	- 5	+ 10; - 4
10 12 14	- 5	+ 6; - 4
16 20 25	- 5	± 4
32 40 50	- 4	± 3

Los valores de la tolerancia de ovalización, es decir, de la diferencia entre el diámetro máximo y mínimo de una sección recta cualquiera, son los que se indican en la Tabla 240.3.

TABLA 240.3

Diámetro nominal en mm	Diferencia máxima en mm
6 8	1,0
10 12 14	1,5
16 20 25	2,0
32 40 50	2,5

#### 240.6 ALMACENAMIENTO

Las barras lisas se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

#### **240.7 RECEPCION**

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizarán de acuerdo con lo prescrito por la Norma UNE 36097-III.

#### **240.8 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, las barras lisas se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

## **241 BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGON ARMADO**

### **241.1 DEFINICION**

Se entiende por barras corrugadas para hormigón armado las de acero que presentan en su superficie resaltos o estrías que, por sus características, mejoran su adherencia con el hormigón, cumpliendo las prescripciones de la Instrucción EH-73. Las barras deben ser fabricadas a partir de lingotes o semiproductos identificados por coladas o lotes de materia prima controlada, para que, con los procesos de fabricación empleados, se obtenga un producto homogéneo. La designación del acero se realizará de acuerdo con el Cuadro 241.1.

### **241.2 COMPOSICION QUIMICA**

Los porcentajes máximos admisibles en fósforo y azufre serán de cinco y seis centésimas por ciento (0,05 % y 0,06 %), respectivamente, referidos al análisis de colada, y de seis y siete centésimas por ciento (0,06 % y 0,07 %) referidos al análisis sobre producto terminado.

### **241.3 PROCESOS DE FABRICACION**

Se incluyen en este Pliego las barras cuyas características pueden conseguirse según los procesos siguientes:

Proceso N. Composición química: dureza natural.

Proceso F. Deformación en frío estirado, torsión, o ambos.

### **241.4 CARACTERISTICAS MECANICAS**

Las características mecánicas que deberán garantizarse son las siguientes:

- Carga unitaria de rotura  $f_s$ .
- Límite elástico aparente o convencional  $f_y$ .
- Alargamiento de rotura A en base  $L_0 = 5d$ , siendo d el diámetro nominal de la barra.
- Relación carga unitaria de rotura/límite elástico  $f_s/f_y$ .

Las anteriores características se determinarán de acuerdo con la Norma UNE 7262.

Los valores que deberán garantizarse se recogen en el Cuadro 241.1.

- Ausencia de grietas después de los ensayos de doblado simple a ciento ochenta grados (180°) y de doblado-desdoblado a noventa grados (90°), realizado de acuerdo con la Norma UNE 36088, sobre los mandriles que corresponde de acuerdo con el Cuadro 241.1.

CUADRO 241.1

Denominación	ENSAYO DE TRACCION Valores mínimos				DIAMETRO DEL MANDRIL	
	$f_y$ kp/cm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	$f_s$ kp/cm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	A % Lo = 5 d	$f_s/f_y$ (3)	Ensayo de doblado simple $\alpha = 180^\circ$ (1)	Ensayo de doblado- desdoblado $\alpha = 90^\circ \beta = 0^\circ$ (1) y (2)
AE 42 N	4200 (412)	5500 (539)	18	1,25	3 d	6 d
AE 42 F	4200 (412)	5000 (490)	12	1,10	3 d	6 d
AE 46 N	4600 (452)	6000 (588)	16	1,25	3,5 d	7 d
AE 46 F	4600 (452)	5500 (539)	11	1,10	3,5 d	7 d
AE 50 N	5000 (490)	6500 (637)	14	1,20	4 d	8 d
AE 50 F	5000 (490)	6000 (588)	10	1,10	4 d	8 d
AE 60 N	6000 (588)	7200 (706)	12	1,15	5 d	10 d
AE 60 F	6000 (588)	6600 (646)	8	1,10	5 d	10 d

(1)  $\alpha$  = ángulo de doblado.

(2)  $\beta$  = ángulo de desdoblado.

(3) Relación mínima admisible entre los valores de la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenido en cada ensayo.

## 241.5 SOLDABILIDAD

En caso de que el acero sea soldable, esta característica deberá ser comprobada cuando lo ordene el Director de las obras, con arreglo a lo indicado en la Norma UNE 36088.

## 241.6 CARACTERISTICAS DE ADHERENCIA

El suministrador deberá poseer el certificado de homologación de adherencia indicado en la Instrucción EH-73, en el que figurarán los límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltes.

## 241.7 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

Los valores nominales de la masa por metro lineal y del área de la sección recta se indican en la Tabla 241.2.

TABLA 241.2

<b>Diámetro nominal</b>	<b>Masa nominal por metro</b>	<b>Area de la sección recta</b>
<b>d en mm</b>	<b>M en kg/m</b>	<b>S en cm<sup>2</sup></b>
6	0,22	0,28
8	0,39	0,50
10	0,62	0,79
12	0,89	1,13
14	1,21	1,54
16	1,58	2,01
20	2,47	3,14
25	3,85	4,91
32	6,31	8,04
40	9,86	12,56
50	15,41	19,63

Los valores de las tolerancias en masa y sección transversal serán los indicados en la Tabla 241.3.

TABLA 241.3

<b>Diámetro nominal en mm</b>	<b>% Tolerancia sobre barra individual</b>	<b>% Tolerancia sobre lote</b>
6 8	- 5	+ 10; - 4
10 12 14	- 5	+ 6; - 4
16 20 25	- 5	± 4
32 40 50	- 4	± 3

Los valores de la tolerancia de ovalización, es decir, de las diferencias entre los diámetros máximo y mínimo de una sección recta cualquiera, medidos sobre el núcleo, son los que a continuación se indican, en la Tabla 241.4.

TABLA 241.4

Diámetro nominal mm	Diferencia máxima mm
6 8	1,0
10 12 14	1,5
16 20 25	2,0
32 40 50	2,5

#### 241.8 ALMACENAMIENTO

Las barras corrugadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

#### 241.9 RECEPCION

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizarán de acuerdo con lo prescrito por la Norma UNE 36088-h3.

#### 241.10 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, las barras corrugadas se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

## 242 MALLAS ELECTROSOLDADAS

### 242.1 DEFINICION

Se entiende por mallas electrosoldadas los elementos industrializados de armadura que se presentan en paneles rectangulares constituidos por alambres o barras soldadas a máquina, pudiendo disponerse los alambres o barras aislados o pareados y ser, a su vez, lisos o corrugados. En este último caso, los alambres o barras aislados cumplirán con la condición de adherencia exigida a las barras corrugadas. La designación se realizará de acuerdo con el Cuadro 242.1.

### 242.2 DIAMETROS

Los diámetros en milímetros (mm) deberán pertenecer a la serie siguiente:

4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10; 11; 12.

### 242.3 CARACTERISTICAS MECANICAS

Deberán garantizarse las características indicadas en el Cuadro 242.1.

CUADRO 242.1

Designación de las barras	Límite elástico $f_y$ en $\text{kp/cm}^2$	Carga unitaria de rotura $f_r$ en $\text{kp/cm}^2$	Alargamiento de rotura (%) sobre base de 5 diámetros	Relación $f_r/f_y$ en ensayo
AE 50 T	5000	5500	10	1,05
AE 60 T	6000	6600	8	1,05

El ensayo de tracción realizado según la Norma UNE 7262, correspondiente a barras de mallas electrosoldadas, se realizará sobre una probeta que tenga, al menos, una barra transversal soldada.

Las barras, antes de ser soldadas, cumplirán la condición de doblado simple sobre mandril de cuatro diámetros (4 Ø) en el acero AE 50 T y de cinco diámetros (5 Ø) en el AE 60 T.

Se prohíbe la soldadura en obra, entre sí o con otros aceros, de barras de acero tre-  
filado.

#### **242.4 ALMACENAMIENTO**

Las mallas electrosoldadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

#### **242.5 RECEPCION**

Para las condiciones de recepción regirá lo indicado en el Apartado 600.6 de este Pliego. A los efectos de control, las mallas se considerarán en nivel normal o intenso, debiendo fijarse este extremo en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Además de los ensayos indicados en el Apartado 600.6, se realizará al menos un ensayo de arrancamiento, a lo largo de la obra, por cada diámetro empleado.

#### **242.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, las mallas electrosoldadas se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente acopiados de cada tipo.

## 243 ALAMBRES PARA HORMIGON PRETENSADO

### 243.1 DEFINICION

Se denominan alambres los productos de sección maciza procedentes de un estirado en frío o trefilado de alambón. La designación de los alambres se realizará de acuerdo con la Tabla 243.1.

### 243.2 DIAMETROS

Los diámetros para los distintos tipos y grados de alambres serán los indicados en la Tabla 243.1.

TABLA 243.1

DESIGNACION		DIAMETROS NOMINALES mm										
T i p o	Grado	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10	12
AH 127/150 AH 127/150	R 5 R 2									x x	x x	x x
AH 136/160 AH 136/160	R 5 R 2							x x	x x	x x	x x	x x
AH 139/170 AH 144/170 AH 144/170	R 8 R 5 R 2			x x x	x x x	x x	x x	x x	x x			
AH 148/180 AH 153/180 AH 153/180	R 8 R 5 R 2		x x x	x x x	x x x	x x	x x					
AH 156/190 AH 161/190 AH 161/190	R 8 R 5 R 2	x x x	x x x									
AH 164/200 AH 170/200 AH 170/200	R 8 R 5 R 2	x x x										

Las características y tolerancias geométricas y ponderales de los alambres de pretensado se ajustarán a lo especificado en la Norma UNE 36095-II.

### 243.3 CARACTERÍSTICAS MECANICAS

Las características mecánicas que deberán garantizarse, cuyos valores mínimos se indican en el Cuadro 243.2, serán las siguientes:

- Carga unitaria mínima de rotura  $f_p$  (kp/mm<sup>2</sup>) obtenida mediante ensayos de tracción según lo prescrito por la Norma UNE 7194. En el Cuadro 243.2 se indican los valores mínimos correspondientes a las distintas calidades de alambres.
- Carga unitaria mínima correspondiente al límite elástico convencional,  $f_{py}$  (kp/mm<sup>2</sup>), determinada en la misma forma que la anterior.
- Alargamiento mínimo concentrado de rotura en tanto por ciento (A) medido, en el ensayo de tracción, sobre base de diez (10) diámetros.
- Número mínimo de flexiones que deberá soportar sin rotura ni agrietamiento en ensayo de doblado alternativo, realizado según las especificaciones de las Normas UNE 36095-I y UNE 7195.

CUADRO 243.2

Designación	$f_{py}$	$f_p$	A	Ensayo de doblado alternativo
	kp/mm <sup>2</sup>	kp/mm <sup>2</sup>	$L_0 = 10 d$	Número mínimo de flexiones
AH 127/150	127	150	5	3
AH 136/160	136	160	5	3
AH 139/170	139	170	4	3
AH 144/170	144	170	5	3
AH 148/180	148	180	4	3
AH 153/180	153	180	5	3
AH 156/190	156	190	4	3
AH 161/190	161	190	5	3
AH 164/200	164	200	4	3
AH 170/200	170	200	5	3

Para alambres destinados a obras hidráulicas o sometidos a ambiente corrosivo el número mínimo se elevará a siete (7).

- Relajación. Esta característica se determinará mediante los ensayos definidos en la Norma UNE 7288.

Los valores de la relajación a mil horas (1.000 h) para una tensión inicial del setenta por ciento (70 %) de la resistencia a la tracción garantizada, serán, como máximo, los indicados en la Tabla 243.3.

TABLA 243.3

Grado	Valor máximo de la relajación %
R8	8
R5	5
R2	2

- Pérdida de resistencia a la tracción después de un doblado-desdoblado. La resistencia obtenida en probetas sometidas a esta deformación, según el ensayo descrito en la Norma UNE 36095-I, no será inferior en más de un cinco por ciento (5 %) al valor medio obtenido en probetas sin deformar.

Solamente se aplicará esta prescripción a los alambres de diámetro igual o superior a cinco milímetros (5 mm) o de sección equivalente.

En el caso de alambres para armaduras pretensas, ancladas por adherencia, la longitud de transferencia necesaria para garantizar el anclaje de la armadura se determinará en función de las características de adherencia del alambre, obtenidas mediante los ensayos definidos en la Norma UNE 7287.

#### **243.4 RECEPCION**

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizarán de acuerdo con lo prescrito por la Norma UNE 36095-III.

Para los grados R5 y R2 el alambre se suministrará en rollos cuyo diámetro de bobinado no sea inferior a doscientas cincuenta (250) veces el diámetro del alambre.

Cada rollo deberá estar identificado por medio de una tarjeta o procedimiento análogo, en la que figure: la marca del fabricante, el tipo y grado del acero, el diámetro nominal del alambre y un número que permita identificar la colada o lote a que pertenezca.

#### **243.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, los alambres se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

## 244 TORZALES PARA HORMIGON PRETENSADO

### 244.1 DEFINICION

Se denominan torzales los productos formados por dos o tres alambres arrollados helicoidalmente. El paso de cordoneado de este arrollamiento, definido como la distancia entre dos puntos homólogos consecutivos de un mismo alambre medida paralelamente al eje del torzal, será uniforme a lo largo de toda su longitud y estará comprendido entre treinta (30) y cincuenta (50) veces el diámetro del alambre que forma el torzal.

La designación de los torzales se realizará de acuerdo con la Tabla 244.1.

TABLA 244.1

Número de alambres	Diámetro de los alambres mm	$f_{py}$ (M <sub>p</sub> )				$f_p$ (M <sub>p</sub> )	
		AH 125/160	AH 136/160	AH 140/180	AH 153/180	AH 125/160 AH 136/160	AH 140/180 AH 153/180
2	2,30	0,987	1,074	1,105	1,208	1,263	1,421
	2,50	1,166	1,268	1,306	1,427	1,492	1,679
	2,80	1,462	1,591	1,638	1,790	1,872	2,106
	3,00	1,679	1,826	1,880	2,055	2,149	2,417
	3,50	2,285	2,486	2,559	2,797	2,925	3,290
	3,70	2,554	2,778	2,860	3,126	3,269	3,677
3	2,30	1,480	1,610	1,658	1,812	1,895	2,131
	2,50	1,749	1,903	1,959	2,140	2,238	2,518
	2,80	2,194	2,387	2,457	2,685	2,808	3,159
	3,00	2,518	2,740	2,820	3,082	3,223	3,626
	3,50	3,428	3,729	3,839	4,195	4,387	4,936

### 244.2 CARACTERISTICAS MECANICAS

Las características mecánicas que deberán garantizarse, y cuyos valores mínimos se indican en la Tabla 244.1, serán las siguientes:

- Carga mínima de rotura  $f_p$ , obtenida mediante ensayos de tracción según lo prescrito por la Norma UNE 7326.
- Carga mínima correspondiente al límite elástico convencional,  $f_{py}$ , determinada en la misma forma que la anterior.
- Alargamiento total mínimo bajo carga máxima, medido en el ensayo de tracción, sobre base de dos pasos de hélice, que deberá ser no inferior al dos por cien-

to (2 %) para torzales de relación carga límite elástico/carga de rotura igual a setenta y ocho centésimas (0,78) y al dos y medio por ciento (2,5 %) para valores de esta misma relación iguales a ochenta y cinco centésimas (0,85).

- Relajación que se determinará mediante los ensayos definidos en la Norma UNE 7288 y cuyos valores a mil (1.000) horas, para una tensión inicial del setenta por ciento (70 %) de la resistencia a la tracción garantizada serán, como máximo, los indicados a continuación:

Grado	Válor máximo de la relajación %
R9	9
R6	6
R3	3

En el caso de acero de baja relajación se facilitarán, además, los valores de la relajación para tiempos de ensayo de hasta cinco mil horas (5.000 h).

Las tolerancias geométricas y ponderales serán las especificadas por la Norma UNE 36096-II.

### 244.3 RECEPCION

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción se realizarán de acuerdo con lo prescrito por la Norma UNE 36096-III.

Los torzales se suministrarán en rollos cuyo diámetro interior o de tambor de arrollamiento sea igual o superior a seiscientos milímetros (600 mm).

Cada rollo deberá estar identificado por medio de una tarjeta o procedimiento análogo, en la que figure: la marca del fabricante, el tipo y grado del acero, el diámetro nominal del alambre y un número que permita identificar la colada o lote a que pertenece.

### 244.4 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, los torzales se medirá por toneladas (t) realmente acopiadas.

## 245 CORDONES PARA HORMIGON PRETENSADO

### 245.1 DEFINICION

Se denominan cordones de siete (7) alambres los productos formados por seis (6) alambres de igual diámetro arrollados conjuntamente, en forma helicoidal, alrededor de un alambre central.

Se denominan cordones de diecisiete (17) o diecinueve (19) alambres los productos formados por dieciséis (16) o dieciocho (18) alambres situados en dos capas de ocho (8) o nueve (9) alambres cada una, arrollados conjuntamente, en forma helicoidal y con el mismo sentido de torsión, alrededor de un alambre central.

El paso de cordoneado, definido como la distancia entre dos puntos homólogos consecutivos de un mismo alambre, medida paralelamente al eje del cordón, deberá estar comprendido entre doce (12) y dieciséis (16) veces el diámetro nominal del cordón.

### 245.2 CARACTERISTICAS MECANICAS

Las características mecánicas que deberán garantizarse y cuyos valores mínimos serán los fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares serán las siguientes:

- Carga mínima de rotura obtenida mediante ensayo de tracción, según lo prescrito por la Norma UNE 7326.
- Carga mínima correspondiente al límite elástico convencional, obtenida en forma análoga a la anterior.
- Alargamiento bajo carga máxima, obtenido en el ensayo de tracción. Deberá tener un valor superior al tres y medio por ciento (3,5 %) para cualquier tipo de cordón.
- Relajación, que se determinará de acuerdo con la Norma UNE 7288, y cuyos valores a mil (1.000) horas, para una tensión inicial del setenta por ciento (70 %) de la resistencia a la tracción garantizada, serán como máximo los indicados a continuación:

Grado	Valor máximo de la relajación %
R7	7
R2	2

En el caso de acero de baja relajación se facilitarán, además, los valores de la relajación para tiempos de ensayo de hasta cinco mil horas (5.000 h).

Las características y tolerancias geométricas y ponderales deberán ser, para cada tipo de cordón, las indicadas en la Norma UNE 36098.

Los cordones deberán estar conformados de manera que los alambres permanezcan en su posición sin ayuda de ataduras.

El alambre central tendrá un diámetro ligeramente superior al de los alambres de capa para evitar deslizamientos.

### **245.3 RECEPCION**

La toma de muestras, ensayos y contraensayos de recepción, se realizarán de acuerdo con lo prescrito por la Norma UNE 36098.

Los cordones se suministrarán en rollos o carretes, conteniendo cada uno de ellos una sola longitud de cordón. El diámetro interior del rollo o núcleo del carrete no será inferior a seiscientos milímetros (600 mm).

No se admitirán uniones de dos trozos de cordón hechas mediante soldaduras, trenzado o cualquier otro sistema.

Cada rollo o carrete llevará una etiqueta indicando: nombre del fabricante, diámetro nominal del cordón, carga de rotura garantizada, número del rollo o carrete y peso neto del mismo.

### **245.4 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, los cordones para hormigón pretensado se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

## **246 CABLES PARA HORMIGON PRETENSADO**

### **246.1 DEFINICION**

Se denominan cables los productos formados por varios cordones arrollados helicoidalmente alrededor de un núcleo central o alma que actúa como soporte. Este núcleo puede estar constituido por un muelle helicoidal, un alambre, un cordón u otro cable.

### **246.2 CARACTERISTICAS MECANICAS**

Sus características mecánicas deberán cumplir las limitaciones siguientes:

- La carga unitaria máxima no será inferior a ciento sesenta kilopondios por milímetro cuadrado ( $160 \text{ kp/mm}^2$ ).
- El límite elástico convencional estará comprendido entre el ochenta (80) y el noventa por ciento (90 %) de su carga unitaria máxima.

Las características geométricas, tolerancias, ensayos y contraensayos de recepción de los cables de pretensado se ajustarán a lo que se especifique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **246.3 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, los cables para hormigón pretensado se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

## 247 BARRAS PARA HORMIGON PRETENSADO

### 247.1 DEFINICION

Se denominan barras los productos de sección maciza, circular o no, que se suministran únicamente en forma de elementos rectilíneos.

### 247.2 CARACTERISTICAS MECANICAS

Las características mecánicas de las barras de pretensado deberán cumplir las limitaciones siguientes:

- La carga unitaria máxima no será inferior a cien kilopondios por milímetro cuadrado (100 kp/mm<sup>2</sup>).
- El límite elástico convencional estará comprendido entre el setenta y cinco (75) y el ochenta y cinco por ciento (85 %) de la carga unitaria máxima.
- El alargamiento concentrado de rotura, medido sobre base de diez diámetros (10 $\varnothing$ ) en el caso de sección circular, y de base  $L = 11,3 \sqrt{A_p}$  en el caso de sección  $A_p$  no circular, no será inferior al seis por ciento (6 %).

### 247.3 RECEPCION

Las barras se suministrarán en trozos rectos, debiendo estar identificado cada lote por medio de una tarjeta, o procedimiento análogo, en la que figure: la marca del fabricante, el tipo y grado del acero, el diámetro nominal de la barra y un número que permita identificar la colada.

### 247.4 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, las barras para hormigón pretensado se medirán por toneladas (t) realmente acopiadas.

## 248 ACCESORIOS PARA HORMIGON PRETENSADO

### 248.1 ANCLAJES

Se entiende por anclajes los dispositivos de sujeción de los extremos de las armaduras activas. Pueden ser activos o pasivos, según se efectúe desde ellos el tesado o estén situados en un extremo del tendón por el que no se tesa. Los anclajes son propios de cada sistema de pretensado.

Los anclajes de las armaduras activas deberán ser capaces de transmitir al hormigón una carga al menos igual a la máxima que el correspondiente tendón pueda proporcionar, tanto bajo sollicitaciones estáticas como dinámicas. Para ello deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Su resistencia estática, con el mismo coeficiente de seguridad adoptado para los demás elementos constructivos de la estructura, no debe ser inferior a la suma de las resistencias nominales de rotura de las armaduras aisladas que en ellos vayan a anclarse. Se admite una tolerancia del menos tres por ciento ( $-3\%$ ) como máximo.
- Deben ser capaces de resistir, sin romperse, las tensiones de fatiga originadas por dos millones ( $2 \cdot 10^6$ ) de ciclos de carga, de valor comprendido entre el sesenta y cinco (65) y el setenta por ciento (70 %) de la tensión de rotura a tracción del acero de la armadura de pretensado.

Todos los elementos que constituyen el anclaje deberán someterse a un control efectivo y riguroso y fabricarse con una tolerancia tal que, dentro de un mismo tipo, sistema y tamaño, todas las piezas resulten intercambiables. Además deben ser capaces de absorber, sin menoscabo para su efectividad, las tolerancias dimensionales establecidas para las secciones de las armaduras.

Se justificarán y garantizarán las características de los anclajes, precisando las condiciones en que deben ser utilizados, especialmente en lo que se refiere a la resistencia mínima del hormigón alrededor del anclaje, al zunchado de estas zonas, y a las separaciones y recubrimientos que deben respetarse.

Se deberán aportar además datos sobre el deslizamiento que puedan experimentar las armaduras en los anclajes, durante el ajuste de las cuñas, y la magnitud del movimiento conjunto de la armadura y de la cuña, que se produce por penetración. Ambos valores deberán tenerse en cuenta al fijar la tensión que debe darse a los tendones, para poder compensar las pérdidas correspondientes.

Cada tipo de anclaje requerirá, en general, un tipo especial de equipo de tesado, debiendo usarse siempre el adecuado, con la aprobación del Director de las obras.

Los anclajes deberán entregarse convenientemente embalados para que no sufran daños durante su transporte, manejo en obra y almacenamiento. Se guardarán convenientemente clasificados por tamaños y se adoptarán las precauciones necesarias para evitar su corrosión o que puedan ensuciarse o entrar en contacto con grasas, aceites no solubles, pintura o cualquier otra sustancia perjudicial.

## **248.2 EMPALMES**

Se entiende por empalmes los dispositivos característicos de cada sistema de pretensado, constituidos por una o más piezas, que se utilizan para unir los extremos de dos armaduras activas a fin de conseguir un tendón de mayor longitud.

Los empalmes se clasifican en dos grupos:

- Los que consisten en un anclaje activo al que, una vez tesado, se une el extremo de una armadura activa.
- Los que unen los extremos de dos armaduras activas antes de tesarlas.

En el primer caso el empalme deberá cumplir todo lo prescrito para anclajes activos, y en el segundo deberá quedar garantizado el movimiento libre del empalme dentro de un ensanchamiento conveniente de la vaina, al poner en carga las armaduras. En cualquier caso, los empalmes deberán ser capaces de resistir una carga de agotamiento al menos igual a la de las armaduras activas que unen.

## **248.3 VAINAS**

Se entiende por vainas los tubos metálicos destinados a quedar embebidos en la masa del hormigón con el fin de crear los conductos que permitan el tesado de las armaduras activas.

Estarán formados por un fleje de acero dulce, de dos décimas de milímetro (0,2 mm) de espesor como mínimo, enrollado en hélice y de modo que el tubo formado quede con corrugaciones en su superficie exterior que favorezcan su adherencia al hormigón y aumenten su rigidez transversal. Excepcionalmente, el Director podrá autorizar el empleo de vainas metálicas lisas, en cuyo caso deberán tener un espesor de pared que garantice la rigidez necesaria.

Las vainas deberán presentar una resistencia suficiente al aplastamiento, de modo que no se deformen o abollen bajo el peso del hormigón fresco o la acción de golpes accidentales. Asimismo serán capaces de soportar el contacto con los vibradores internos sin riesgo de perforación.

En el caso de que deban enfilarse tendones de gran longitud con posterioridad al hormigonado, se utilizarán vainas del calibre inmediatamente superior al especificado para la potencia dada del tendón.

El suministro y almacenamiento de las vainas se realizará adoptando precauciones análogas a la exigidas para las armaduras.

#### **248.4 OTROS ACCESORIOS**

Los separadores, empleados para mantener las armaduras en posición, las trompetas de empalme de las vainas en los anclajes, las boquillas de inyección, respiraderos y demás accesorios utilizados para hormigón pretensado serán los propios de cada sistema y deberán ser aprobados por el Director.

#### **248.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de estos materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.

En acopios, las vainas se medirán por metros (m), y por unidades el resto de los accesorios realmente acopiados.

## **250 ACERO LAMINADO PARA ESTRUCTURAS METALICAS**

### **250.1 DEFINICION**

Se definen como aceros laminados para estructuras metálicas los suministrados en chapas o perfiles que correspondan a uno de los tipos A-42 o A-52 y en cualquiera de sus grados, a, b, c y d, definidos en la Norma UNE 36080-73.

### **250.2 CONDICIONES GENERALES**

Todos los productos laminados deberán tener una superficie técnicamente lisa de laminación.

Salvo exigencia expresa del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, todos los productos laminados se suministrarán en estado bruto de laminación, a excepción de las chapas de grado d, que se suministrarán en estado normalizado, o equivalente, obtenido por regulación de la temperatura durante y después de su laminación.

### **250.3 COMPOSICION QUIMICA**

Los límites máximos en la composición química, en análisis efectuados sobre lingotillo de colada, o sobre producto terminado, serán los que se indican en la Tabla 250.1.

### **250.4 CARACTERISTICAS MECANICAS**

Los aceros laminados para estructuras metálicas presentarán las características mecánicas que se indican en la Tabla 250.2.

Dichas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7262, UNE 7277, UNE 7290 y UNE 7292.

### **250.5 RECEPCION**

Con el certificado de garantía de la factoría siderúrgica podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción, a no ser que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares los imponga.

En caso de no estar previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el Director de las obras podrá, a la vista del material suministrado, ordenar la toma de muestras y la ejecución de los ensayos que considere oportunos, con la finalidad de comprobar alguna de las características exigidas al material.

TABLA 250.1

DESIGNACION SEGUN UNE 36.009			Estado de desoxidación	ANALISIS SOBRE COLADA								ANALISIS SOBRE PRODUCTO						
Numérica	Simbólica			C % máximo				P	S	N <sub>2</sub>	Elem. fijad.	C % máximo				P	S	N <sub>2</sub>
	Tipo	Grado		e ≤ 10 mm	10 < e ≤ 16 mm	16 < e ≤ 40 mm	40 < e mm	% máx.	% máx.	% máx. (3)	% de N <sub>2</sub> (4)	e ≤ 10 mm	10 < e ≤ 16 mm	16 < e ≤ 40 mm	40 < e mm	% máx.	% máx.	% máx. (3)
F - 6 205	A 42 (A 410)	a	—	0,25	0,25	0,25	0,25	0,060	0,050	—	—	0,31	0,31	0,31	0,31	0,075	0,065	—
F - 6 206		b	NE	0,22	0,22	0,24	0,24	0,050	0,045	0,009	—	0,25	0,25	0,27	0,27	0,060	0,060	0,010
F - 6 207		c	NE	0,20	0,20	0,22	0,22	0,045	0,045	0,009	—	0,23	0,23	0,25	0,25	0,055	0,055	0,010
F - 6 208		d	K	0,20	0,20	0,22	0,22	0,040	0,040	—	Si	0,23	0,23	0,25	0,25	0,050	0,050	—
F - 6 213	A 52 (1) (A 510)	b	NE	0,22	0,24	0,24	0,24	0,050	0,050	0,009	—	0,25	0,27	0,27	0,27	0,060	0,060	0,010
F - 6 214		c	NE	0,20	0,20	0,22 (2)	0,22	0,045	0,045	0,009	—	0,22	0,22	0,24 (2)	0,24	0,055	0,055	0,010
F - 6 215		d	K	0,20	0,20	0,20	0,22	0,040	0,040	—	Si	0,22	0,22	0,22	0,24	0,050	0,050	—

NE = No efervescente.

K = Calmado.

(1) El contenido máximo en Si no deberá pasar de 0,55 %; y el de Mn, de 1,60 %.

(2) Para espesores superiores a 30 mm son admisibles contenidos máximos de 0,22 % en colada y 0,24 % en producto.

(3) Se admite sobrepasar el límite fijado en 0,001 % sin rebasar el 0,012 % por cada 0,005 % de reducción en el máximo de fósforo. Para aceros fabricados en hornos eléctricos se admite un máximo de 0,012 % en colada y de 0,015 % en productos. Estos valores rigen si no se han añadido elementos fijadores de nitrógeno.

(4) Para conseguir grano fino (por ejemplo, Al ≥ 0,020 %).

TABLA 250.2

DESIGNACION SEGUN UNE 36.009			Re MINIMO EN kgf/mm <sup>2</sup> (EN N/mm <sup>2</sup> ) (4)		Rm EN kgf/mm <sup>2</sup> (EN N/mm <sup>2</sup> ) (4)		A EN % (5)								ENSAYO DE DOBLADO DIAMETRO DE MANDRIL (6)			RESILIENCIA (7)											
							Probeta longitudinal				Probeta transversal				Probeta longitudinal	Probeta transversal		KCV en kgfm — cm <sup>2</sup>	KV en (J)	°C									
Numérica	Simbólica		E S P E S O R E S E N m m																										
	Tipo	Grado	≤16	>16 ≤40 (2)	>40 ≤63 (2)	>63 ≤80	>80 ≤100 (3)	≤63	>65 ≤160	>2,5 ≤3 (8)	>3 ≤40 (2)	>40 ≤63 (2)	>63 ≤100 (3)	>2,5 ≤3	>3 ≤40	>40 ≤65	>65 ≤100 (3)	<3	≥3 ≤65	>65 ≤100 (3)	<3	≥3 ≤65	>65 ≤100 (3)						
F-6 205	A 42	a	26	25	24	23	22	42/53	41 Mín.																				
F-6 206		b						(410/520)			18	24	23	22	16	22	21	20	1,5 a	2 a	2,5 a	2 a	2,5 a	3 a					
F-6 207	(A 410)	c	(255)	(245)	(235)	(225)	(215)	42/50	(400)																				
F-6 208		d						(410/490)																		3,5	28	0	
F-6 213	A 52	b	36	35	34	33	32	52/62	51 Mín.																				
F-6 214		c	(355)	(345)	(335)	(325)	(315)	(510/610)			17	22	21	20	15	20	19	18	2 a	2,5 a	3 a	2,5 a	3 a	3,5 a					
F-6 215	(A 510)	d																							3,5	28	0		

(2) Para perfiles y para todos los productos del tipo A52 se tomará un espesor límite de 36 mm.

(3) Espesores superiores a 100 mm por acuerdo.

(4) Salvo acuerdo en contrario, 2 kgf/mm<sup>2</sup> (20 N/mm<sup>2</sup>) menos de los valores indicados para la carga de rotura, no será objeto de rechazo. Asimismo es admisible para los grados c y d sobrepasar en 2 kgf/mm<sup>2</sup> (20 N/mm<sup>2</sup>) los valores indicados para la carga de rotura en productos de espesor superior a 3 mm y 3 kgf/mm<sup>2</sup> (30 N/mm<sup>2</sup>) en productos de espesor igual o inferior a 3 mm.

(5) En probeta  $L_0 = 5,6 \sqrt{S_0}$  para espesores iguales o superiores a 3 mm, y  $L_0 = 80$  mm y  $b = 20$  mm para productos de espesores inferiores a 3 mm.

(6) a = Espesor de la probeta.

(7) Valores garantizados para espesores no superiores a 63 mm. Para espesores mayores, previo acuerdo.

(8) Para espesores de 2 a 2,5 mm los valores mínimos de alargamiento se disminuirán en 1%; para espesores de 1,5 a 2 mm, en 2%; y para espesores de 1 a 1,5 mm, en 3%.

## **250.6 ALMACENAMIENTO**

Los aceros laminados para estructuras metálicas se almacenarán de forma que no estén expuestos a una oxidación directa, a la acción de atmósferas agresivas ni se manchen de grasa, ligantes o aceites.

## **250.7 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, el acero laminado se medirá por kilogramos (kg) realmente acopiados en obra.

## 251 ACERO LAMINADO RESISTENTE A LA CORROSION PARA ESTRUCTURAS METALICAS

### 251.1 DEFINICION

Se define como acero laminado resistente a la corrosión para estructuras metálicas aquel que puede utilizarse sin protección contra la corrosión, salvo en atmósferas marinas o industriales fuertemente agresivas.

### 251.2 COMPOSICION QUIMICA

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique otra cosa, la composición química de este tipo de acero cumplirá las condiciones de la Tabla 251.1.

TABLA 251.1

		C % máx.	Mn %	Si %	P %	S % máx.	Cu %	Cr %	Ni % máx.	V %	Al % máx. (1)
Análisis de colada	CT - 36 A	0,12	0,20 a 0,50	0,25 a 0,75	0,07 a 0,15	0,04	0,25 a 0,55	0,30 a 1,25	0,65	—	—
	CT - 36 B	0,19	1,25 máx.	0,15 a 0,30	0,04 máx.	0,04	0,25 a 0,40	0,40 a 0,65	—	0,02 a 0,10	0,02
Análisis sobre producto	CT - 36 A	0,14	0,16 a 0,55	0,20 a 0,80	0,06 a 0,16	0,05	0,23 a 0,58	0,26 a 1,30	0,68	—	—
	CT - 36 B	0,21	1,30 máx.	0,13 a 0,33	0,05 máx.	0,05	0,23 a 0,43	0,36 a 0,70	—	0,01 a 0,11	0,01

(1) Soluble en ácido.

### 251.3 CARACTERISTICAS MECANICAS

Los aceros laminados resistentes a la corrosión, a emplear en estructuras metálicas, cumplirán las características mínimas que se indican en la Tabla 251.2.

Dichas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7262, UNE 7277, UNE 7290 y UNE 7292.

TABLA 251.2

<b>Resistencia a tracción</b>	kgf/mm <sup>2</sup>			52 (1)
<b>Límite elástico</b>	kgf/mm <sup>2</sup>		$e \leq 16$	36
			$16 < e \leq 30$	35
<b>Alargamiento de rotura</b>	%	Probeta longitudinal	$e < 3$	18 (2)
			$3 \leq e \leq 30$	23
		Probeta transversal	$e < 3$	16 (2)
			$3 \leq e \leq 30$	21
<b>Resiliencia KCV a 10° C</b>	kgf/cm <sup>2</sup>	Probeta longitudinal	$e \geq 12$	3,5 (3)
<b>Doblado a 180°</b>	Diámetro del mandril	Probeta longitudinal	$e < 3$	1,5 e
			$3 \leq e \leq 30$	2,0 e
		Probeta transversal	$e < 3$	2,0 e
			$3 \leq e \leq 30$	2,5 e

- (1) Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, siempre que se cumpla el valor mínimo señalado para el límite elástico se podrá admitir 50 kgf/mm<sup>2</sup> como valor mínimo de la carga de rotura.
- (2) A este valor se le deducirá un punto por cada disminución de 0,5 mm en espesor.
- (3) Valor medio de los resultados obtenidos en tres probetas, ninguno de los cuales será inferior a 2,5 kgf/cm<sup>2</sup>. Para espesores inferiores a 12 mm, los valores mínimos a exigir serán fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### 251.4 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

En acopios, el acero laminado resistente a la corrosión se medirá por kilogramos (kg) realmente acopiados en obra.

## 252 ACERO FORJADO

### 252.1 DEFINICION

Se define como acero forjado el que ha sufrido una modificación de su forma y de su estructura interna, mediante la acción de un trabajo mecánico de forja realizado a temperatura superior a la de recristalización.

### 252.2 CONDICIONES GENERALES

El acero a emplear en piezas forjadas será suave, del tipo F-112, que puede soldarse empleando técnicas apropiadas.

### 252.3 COMPOSICION QUIMICA

Este acero, deberá tener la composición química siguiente:

Tipo	Carbono	Manganeso	Silice	Azufre máx.	Fósforo máx.
F-112	0,20-0,30	0,40-0,70	0,15-0,30	0,04	0,04

### 252.4 CARACTERISTICAS MECANICAS

Las características mecánicas mínimas del acero forjado serán las siguientes:

Tipo	Resistencia característica (kgf/cm <sup>2</sup> )	Límite elástico aparente (kgf/cm <sup>2</sup> )	Alargamiento de rotura (%)	Resiliencia (kgfm/cm <sup>2</sup> )	Dureza Brinell (kgf/mm <sup>2</sup> )
F-112	4 800-5 500	3 000-3 500	24-18	18-13	135-160

Dichas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7017, UNE 7262, UNE 7290 y UNE 7292,

### **252.5 UTILIZACION**

Todas las piezas de acero forjado que se utilicen en estructuras deberán ser recocidas después de la forja.

### **252.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

## 253 ACERO MOLDEADO

### 253.1 DEFINICION

Se define como acero moldeado, el de cualquier clase que recibe forma vertiéndolo en un molde adecuado cuando el metal está todavía líquido.

### 253.2 CONDICIONES GENERALES

Las piezas de acero moldeado utilizadas en estructuras metálicas se fabricarán con cualquiera de los tipos y grados definidos en la Tabla 253.1.

El acero moldeado será de constitución uniforme, de grano fino y homogéneo, sin poros; y no presentará grietas ni defecto alguno debido a impurezas.

TABLA 253.1

Designación según la Norma UNE 36.009			ENSAYO DE TRACCION				Resiliencia (1)	Doblado a 180° Diámetro de mandril (2)	Dureza Brinell (3)
Numérica	Simbólica Tipo	Grado	Rc máximo kgf/mm <sup>2</sup>	Rc máximo N/mm <sup>2</sup>	R máximo kgf/mm <sup>2</sup>	R máximo N/mm <sup>2</sup>	A L <sub>0</sub> = 5 d %	KCU kgfm/cm <sup>2</sup>	
F - 8101	AM 38	a	—	—	—	—	—	—	105-165
F - 8102		b	19	185	38	370	25	—	—
F - 8103		c	19	185	—	—	25	4,0	2 h
F - 8104	AM 45	b	23	225	—	—	22	—	—
F - 8105		c	23	225	45	440	22	3,0	3 h
F - 8106	AM 52	b	26	255	—	—	18	—	—
F - 8107		c	26	255	52	510	18	2,5	4 h
F - 8108	AM 60	a	—	—	—	—	—	—	165-220
F - 8109		b	30	295	60	590	15	—	—
F - 8110		c	30	295	—	—	15	1,5	—

(1) Probeta Charpy, entalladura en U (UNE 7290, probeta tipo C).

(2) h es el espesor de la probeta.

(3) Se empleará la relación  $P = 30 D$  y, siempre que sea posible, bola de 10 mm de diámetro y carga de 3.000 kgf. Norma UNE 7017 1.º R.

### **253.3 COMPOSICION QUIMICA**

Los contenidos de fósforo y de azufre no serán superiores al seis por diez mil (0,06 %) y al cinco por diez mil (0,05 %), respectivamente, y la suma de ambos será como máximo del nueve por diez mil (0,09 %). Estos contenidos se refieren al análisis de colada.

Cuando se utilicen procedimientos de soldeo por resistencia, el contenido de carbono no sobrepasará el veintitrés por diez mil (0,23 %). Si se utiliza procedimiento de soldeo por fusión deberán emplearse los aceros AM 38 y AM 45 con contenido máximo de carbono del veintitrés por diez mil (0,23 %). Con contenidos de carbono superiores a los mencionados deberán tomarse precauciones especiales aprobadas por el Director de las obras.

### **253.4 CARACTERISTICAS MECANICAS**

Los aceros moldeados cumplirán las características mecánicas que se indican en la Tabla 253.1.

Dichas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7017, UNE 7262, UNE 7277, UNE 7290 y UNE 7292, después del tratamiento térmico.

### **253.5 TRATAMIENTO TERMICO**

Las piezas fabricadas deberán someterse a un tratamiento térmico cuya finalidad es la eliminación de tensiones internas y el mejoramiento de la estructura.

Los valores de las características mecánicas de la Tabla 253.1 se refieren al material después de haber sido sometido a este tratamiento térmico.

### **253.6 RECEPCION**

La recepción se realizará mediante el control de las características mecánicas y químicas del acero moldeado, según se especifique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En el caso de que no se haya previsto dicho control en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el Director podrá ordenar la toma de muestras y la ejecución de los ensayos que considere oportunos, con la finalidad de comprobar alguna de las características exigidas al material.

### **253.7 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

## **254 ACEROS INOXIDABLES PARA APARATOS DE APOYO**

### **254.1 CONDICIONES GENERALES**

Los aceros inoxidable a emplear en apoyos serán moldeados de uno de los tipos F. 8401, F. 8402 o F. 8403 definidos en la Norma UNE 36.257-74.

Las piezas de acero inoxidable se marcarán con señales indelebles, para evitar confusiones en su empleo.

### **254.2 COMPOSICION QUIMICA**

Los límites máximos en su composición química se ajustarán a lo indicado en la Tabla 254.1.

### **254.3 CARACTERISTICAS MECANICAS**

Las características mecánicas mínimas cumplirán lo especificado en la Tabla 254.2.

Los valores de estas características mecánicas se refieren al material después de haber sido sometido al tratamiento térmico especificado en el Apartado 254.4.

Las características mecánicas se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7017, UNE 7262 y UNE 7290.

### **254.4 TRATAMIENTO TERMICO**

Las piezas construidas con estos aceros a utilizar en apoyos deberán someterse a un tratamiento de recocido a las temperaturas indicadas en la Tabla 254.3.

### **254.5 CONDICIONES DE RECEPCION**

Las condiciones de recepción se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En el caso de que no se hayan previsto dichas condiciones de recepción en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el Director de las obras podrá ordenar la toma de muestras y la ejecución de los ensayos que considere oportunos, con la finalidad de comprobar alguna de las características exigidas al material.

#### **254.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

TABLA 254.1

DESIGNACION DEL ACERO		COMPOSICION QUIMICA EN %							
Numérica	Simbólica	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
F-8401	AM-X12Cr13	0,15	1,0	1,5	0,04	0,04	12,0/14,0	1,0	0,50
F-8402	AM-X30Cr13	0,20/0,40	1,0	1,5	0,04	0,04	12,0/14,0	1,0	0,50
F-8403	AM-X15CrNi17	0,25	1,0	1,5	0,04	0,04	16,0/18,0	1,5/2,5	—

TABLA 254.2

DESIGNACION DEL ACERO		ENSAYO DE TRACCION				RESILIENCIA		DUREZA HB 20		
Numérica	Simbólica	R <sub>e</sub> N/mm <sup>2</sup> kgf/mm <sup>2</sup>		R N/mm <sup>2</sup> kgf/mm <sup>2</sup>		A L <sub>0</sub> = 5 d <sub>0</sub> %	Z %		Probeta UNE tipo C (1) kgf/cm <sup>2</sup>	Con entallad. de 3 cm kgf/cm <sup>2</sup>
F-8401	AM-X12Cr13	390	40	590-785	60-80	15	30	3	4	170-240
F-8402	AM-X30Cr13	490	50	685-880	70-90	12	25	—	—	210-280
F-8403	AM-X15CrNi17	590	60	785-980	80-100	4	—	—	—	230-300

(1) Valores indicativos.

TABLA 254.3

DESIGNACION DEL ACERO		R E C O C I D O	
Numérica	Simbólica	Temperatura mínima °C	Enfriamiento
F-8401	AM-X12Cr13	750	Horno
F-8402	AM-X30Cr13	750	Horno
F-8403	AMX15CrNi17	700	Horno

## 260 BRONCE A EMPLEAR EN APOYOS

### 260.1 CONDICIONES GENERALES

El bronce a emplear en apoyos, en placas fijas o deslizables, siempre que la presión de contacto no sea superior a setenta kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (70 kgf/cm<sup>2</sup>), podrá ser suministrado bien en estado de laminación o recocido, y deberá cumplir las condiciones químicas y mecánicas que se fijan en este Artículo.

### 260.2 COMPOSICION QUIMICA

El bronce a emplear en apoyos tendrá la siguiente composición química:

Estaño .....	3,5 a 5,8 %
Fósforo .....	0,03 a 0,35 %
Hierro .....	0,10 % máx.
Plomo .....	0,05 % máx.
Cinc .....	0,30 % máx.
Cobre más otros elementos de los especificados .....	99,5 % mín.

### 260.3 CARACTERISTICAS MECANICAS

El bronce a emplear en apoyos cumplirá las características mecánicas siguientes:

— Resistencia a rotura .....	4.200 kgf/cm <sup>2</sup> mín.
— Alargamiento de rotura .....	10 % mín.
— Límite de fluencia a compresión (0,1 % deformación permanente) .....	1.750 kgf/cm <sup>2</sup> mín.
— Deformación permanente bajo presión de 7.000 kgf/cm <sup>2</sup> .....	6 a 20 %
— Dureza Brinell (placas de más de 6 mm de espesor) .....	130 kgf/mm <sup>2</sup>

### 260.4 MEDICION Y ABONO

La medición y abono del bronce a emplear en apoyos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

## 261 PLOMO A EMPLEAR EN JUNTAS Y EN APOYOS

### 261.1 CONDICIONES GENERALES

El plomo a emplear en juntas y en apoyos será de segunda fusión, afinado y laminado; con una ley mínima de noventa y nueve con noventa y siete centésimas por ciento (99,97 %); las correspondientes planchas presentarán superficies lisas, espesor uniforme y fractura brillante y cristalina.

Se desecharán aquellas que tengan picaduras, o las que presenten exfoliaciones, dobleces, poros, raspaduras u otros defectos de laminación.

### 261.2 CARACTERISTICAS MECANICAS

La resistencia característica a tracción será superior a doscientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (200 kgf/cm<sup>2</sup>).

La resistencia característica a compresión será superior a cuatrocientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (400 kgf/cm<sup>2</sup>).

### 261.3 FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de las planchas de plomo serán las señaladas en los Planos y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Las tolerancias en el espesor serán de diez por ciento (10 %) en más, y cero (0) en menos, para espesores inferiores a tres milímetros (3 mm); y de tres décimas de milímetro (0,3 mm) en más, y cero (0) en menos, para espesores mayores.

### 261.4 MEDICION Y ABONO

A efectos de medición se entenderá que la relación entre el espesor y el peso unitario de la plancha es la siguiente:

Esesor (mm)	1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4
Peso (kg/m <sup>2</sup> )	11,40	13,68	18,24	22,80	28,50	36,48	45,60
Esesor (mm)	5	6,3	8	10			
Peso (kg/m <sup>2</sup> )	57,00	71,82	91,20	114,00			

El abono de este material se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forme parte.

## 270 PINTURAS DE MINIO DE PLOMO PARA IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE MATERIALES FERREOS

### 270.1 DEFINICION

Se definen como pinturas de minio de plomo, para imprimación anticorrosiva de superficies de metales férreos, las que cumplen las condiciones exigidas en el presente Artículo.

Las pinturas incluidas en este Artículo se clasifican en los siguientes tipos:

- Tipo I: Pintura de minio de plomo al aceite de linaza.
- Tipo II: Pintura de minio de plomo-óxido de hierro, con vehículo constituido por una mezcla de resina gliceroftálica modificada y aceite de linaza crudo, disuelto en la cantidad conveniente de disolvente volátil.
- Tipo III: Pintura de minio de plomo con barniz gliceroftálico.
- Tipo IV: Pintura de minio de plomo con barniz fenólico.

### 270.2 COMPOSICION

#### 270.2.1 Del pigmento

Los distintos pigmentos utilizados en la formulación de las pinturas presentarán las características que se indican en la Tabla 270.1.

Los pigmentos extraídos al analizar la pintura presentarán las características cuantitativas que se indican en la Tabla 270.2.

TABLA 270.1

PIGMENTO	NORMA DE ENSAYO	TANTO POR 100 EN PESO							
		Tipo I		Tipo II		TIPO III		TIPO IV	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Minio de plomo	INTA 16 12 01	99,6	—	65,0	—	99,6	—	85,0	—
Estearato de aluminio	INTA 16 18 01	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
Oxido de hierro rojo (85 % de Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) (1)	ASTM D84-51 Clase II	—	—	1,5	—	—	—	—	—
Silicato magnésico	ASTM D605-53T	—	—	4	6	—	—	—	—
Tierra de diatomeas	ASTM D719-51	—	—	—	—	—	—	8,0	—

(1) Las impurezas del óxido de hierro deberán ser de naturaleza silíceas.

TABLA 270.2

COMPONENTE	NORMA DE ENSAYO	TANTO POR 100 EN PESO							
		Tipo I		Tipo II		Tipo III		Tipo IV	
		Min.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Minio de plomo (Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	INTA 16 05 01	96,5	—	62,5	—	96,5	—	82,0	—
Oxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	INTA 16 05 02	—	—	12,5	—	—	—	—	—
Materia silíceas	INTA 16 05 03	—	—	—	22	—	—	—	15

**270.2.2 Del vehículo**

En cualquiera de los cuatro casos, los vehículos deberán estar exentos de colofonia y sus derivados. Contendrán las cantidades apropiadas de antioxidantes y agentes que eviten en el mayor grado posible la sedimentación del pigmento. Los componentes del vehículo deberán mezclarse en las proporciones que se indican en la Tabla 270.3.

TABLA 270.3

COMPONENTE	NORMA DE ENSAYO	TANTO POR 100 EN PESO							
		Tipo I		Tipo II		Tipo III		Tipo IV	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Aceite de linaza crudo	UNE 48001	35	50	28	—	—	—	—	—
Aceite de linaza polimerizado	UNE 48003	15	30	—	—	—	—	—	—
Resina gliceroftálica sólida	INTA 16 16 03	—	—	28	—	40	—	—	—
Barniz fenólico sólido		—	—	—	—	—	—	44	—
Disolvente volátil y secantes		—	35	—	44	—	66	—	56

El vehículo de la pintura tipo I estará constituido por una mezcla de aceite de linaza crudo y aceite de linaza polimerizado, además de los disolventes y secantes necesarios.

El vehículo de las pinturas tipo II estará constituido por una mezcla de aceite de linaza crudo y de resina gliceroftálica media en aceites, además de los disolventes y secantes necesarios.

El vehículo de las pinturas tipo III será un barniz gliceroftálico compuesto por una resina gliceroftálica media en aceites, disuelta en la cantidad adecuada de disolventes volátiles y los secantes necesarios.

El vehículo de las pinturas tipo IV será un barniz fenólico compuesto por una mezcla de aceite de madera de China y resina de p-fenil fenol-formaldehído, disolventes volátiles y secantes.

La resina fenol-formaldehído que se emplee en la formulación del vehículo de las pinturas tipo IV cumplirá las condiciones indicadas en la Tabla 270.4.

El barniz fenólico que forma parte del vehículo de las pinturas incluidas en el tipo IV cumplirá las condiciones indicadas en la Tabla 270.5 y tendrá la siguiente composición:

	% en peso
— Resina de p-fenil fenol-formaldehído, según la Norma INTA 16 16 04 ...	20,25
— Aceite de madera de China, según la Norma UNE 48146 .....	39,75
— Gasolina 150-210, según la Norma INTA 16 23 02 .....	40,00

TABLA 270.4

CARACTERISTICAS	NORMA DE ENSAYO	LIMITES	
		Mín.	Máx.
Peso específico a 25° C	UNE 48098	1,03	1,06
Punto de reblandecimiento (método anillo y bola) en °C	INTA 16 02 45	85	99
Color (solución en xileno al 50 %, sistema Gardner)	UNE 48048	—	10
Ceniza, % en peso	UNE 48143	—	0,03
Compatibilidad con alcohol etílico (25 % de sólidos) (1)		solución clara	

(1) Para este ensayo se calentará a reflujo la resina con alcohol etílico hasta su total disolución (unos quince minutos aproximadamente) y se examinará la solución después de transcurridas veinticuatro horas (24 h).

Estos ingredientes conducen a un barniz que cumple las propiedades indicadas en la Tabla 270.5 cuando se tratan de acuerdo con el siguiente esquema de cocción:

Se colocan en la caldera de cocción la resina y el aceite y se calientan de tal manera que en cuarenta minutos (40 min) se llegue a la temperatura de doscientos cuarenta grados centígrados (240° C). Se mantiene el baño a esta temperatura el tiempo conveniente (de 35 a 40 min). Se enfría con agua y se diluye con la gasolina 150-210° C. El tiempo indicado como conveniente será aquel que conduzca, simultáneamente, en el producto final a la viscosidad y al contenido en materia volátil especificados en la Tabla 270.5.

TABLA 270.5

CARACTERISTICAS	NORMA DE ENSAYO	LIMITES	
		Mín.	Máx.
Materia no volátil, % en peso	INTA 16 02 31	59	61
Viscosidad (viscosímetro de burbuja Gardner) a 25° C	MELC 12.41	F	H
Color (sistema Gardner 1933)	UNE 48048	—	12
Peso específico	INTA 16 02 43	0,9	—
Tiempo de secado:	MELC 12.73		
Seco al tacto, horas		—	2
Seco total, horas		—	8
Resistencia al agua hirviendo, horas	UNE 48144	7	—
Resistencia a los álcalis (NaOH al 5 %), horas	MELC 12.105	7	—
Resistencia al gas	MEL 12.106	Cumplirá el ensayo.	
Aspecto	INTA 16 02 21	Claro, transparente y libre de sedimentos.	
Formación de pieles	MELC 12.77	No se formarán en recipiente parcialmente lleno al cabo de 48 h.	

## 270.3 CARACTERISTICAS DE LA PINTURA LIQUIDA

### 270.3.1 Cuantitativas

Los diversos tipos de pintura incluidos en el presente Artículo presentarán las características cuantitativas que se indican en la Tabla 270.6.

TABLA 270.6

CARACTERISTICAS	NORMA DE ENSAYO	L I M I T E S							
		Tipo I		Tipo II		Tipo III		Tipo IV	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Contenido en pigmento, % en peso de la pintura	MELC 12.05	77	—	66	—	67	—	65	—
Vehículo no-volátil, % en peso del vehículo	MELC 12.05	55	—	56	—	40	—	44	—
Anhidrido Ftálico; % en peso del vehículo no-volátil	MELC 12.56	—	—	15	—	30	—	—	—
Índice de yodo de los ácidos grasos extraídos	UNE 48014	147	175	—	—	—	—	—	—
Reducción Kauri del vehículo supercentrifugado, %	UNE 48072	200	250	—	—	—	—	120	150
Agua no combinada, % en peso de la pintura	INTA 16 02 51	—	0,5	—	0,5	—	0,5	—	0,5
Partículas gruesas y pieles (retenidas en el tamiz 0,050 UNE) % en peso del pigmento.	UNE 48030	—	1	—	1	—	1	—	1
Consistencia Krebs-Stormer a 200 r.p.m.	MELC 12.74	165	250	155	225	150	240	100	225
Gramos Unidades Krebs		75	89	75	86	72	88	74	86
Peso específico	MELC 12.72	2,9	—	2,0	—	2,2	—	2,0	—
Tiempo de secado	MELC 12.73								
Seco al tacto, horas		—	6	—	4	1/4	1	1/4	1
Seco total, horas		—	36	—	16	—	6	—	6
Punto de inflamación (Pensky-Martens), en °C	INTA 16 41 03	30	—	30	—	30	—	30	—

### 270.3.2 Cualitativas

#### 270.3.2.1 Color

Las pinturas tipos I, III y IV tendrán el color naranja característico del minio de plomo; las del tipo II, tendrán el color típico de las mezclas de minio de plomo con óxido de hierro rojo.

#### 270.3.2.2 Estabilidad en envase parcialmente lleno

No se formarán pieles al cabo de cuarenta y ocho horas (48 h), según la Norma MELC 12.77.

#### 270.3.2.3 Estabilidad a la dilución

La pintura permanecerá estable y uniforme al diluir ocho (8) partes, en volumen, de pintura con una (1) parte, en volumen, de gasolina 156-210° C, según las Normas INTA 16 23 02 y UNE 48097.

#### 270.3.2.4 Conservación en el envase

La pintura, en envase lleno y recientemente abierto, no mostrará una sedimentación excesiva y será fácilmente redispersada a un estado homogéneo, por agitación con espátula apropiada. Después de agitada no presentará coágulos, pieles, depósitos duros ni separación de color, de acuerdo con la Norma INTA 16 02 26.

#### 270.3.2.5 Aplicación a brocha

La pintura se aplicará a brocha sin dificultad, poseerá buenas propiedades de nivelación de la superficie y no tendrá tendencia a descolgarse cuando se aplique sobre una superficie vertical de acero, con un rendimiento de doce metros cuadrados y medio por litro de pintura (12,5 m<sup>2</sup>/l), de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

#### 270.3.2.6 Aplicación por pulverización

Después de diluir la pintura con gasolina en la proporción de un (1) volumen de disolvente por ocho (8) volúmenes de pintura, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse, ni a la formación de «pieles de naranja», o cualquier otro defecto, según la Norma MELC 12.03.

### 270.4 CARACTERISTICAS DE LA PELICULA SECA DE PINTURA

#### 270.4.1 Aspecto

La película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

#### 270.4.2 Flexibilidad

No se producirá agrietamiento ni despegue de película al doblar la probeta ensayada sobre un mandril de seis milímetros y medio (6,5 mm) de diámetro, de acuerdo con la Norma MELC 12.93.

#### 270.4.3 Resistencia a la inmersión en agua de las pinturas Tipo IV

Examinada la probeta de ensayo, inmediatamente después de sacada del recipiente con agua destilada a veintitrés grados centígrados (23° C), donde habrá permanecido sumergida durante catorce (14) días, no se observarán ampollas ni arrugas en la película de pintura. En un nuevo examen de la probeta dos (2) horas después de haber sido sacada del agua, la película de pintura no estará reblandecida; y sólo se admitirá un ligero blanqueamiento, de acuerdo con la Norma UNE 48144.

### 270.5 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de las pinturas de minio de plomo para imprimación anticorrosiva de materiales férreos, se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **271 PINTURAS DE CROMATO DE CINCOXIDO DE HIERRO, PARA IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE MATERIALES FERREOS**

### **271.1 DEFINICION**

Se definen como pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro, para imprimación anticorrosiva de superficies de materiales férreos, las que cumplan las condiciones exigibles en el presente Artículo.

Las pinturas incluidas en este Artículo se clasifican en los siguientes tipos:

- Tipo I: Pintura de cromato de cinc-óxido de hierro, con vehículo constituido por una mezcla, a partes iguales, de resina gliceroftálica y aceite de linaza crudo, disuelta en la cantidad conveniente de disolvente volátil. Esta pintura presentará buena resistencia al agua.
- Tipo II: Pintura de cromato de cinc-óxido de hierro, con vehículo constituido por una solución de resina gliceroftálica, modificada con aceites vegetales, con la cantidad adecuada de disolvente volátil. Es esencial, para el buen uso de esta pintura, que se aplique sobre superficies excepcionalmente limpias.
- Tipo III: Pintura de cromato de cinc-óxido de hierro, con vehículo constituido por un barniz de resina fenólica. La superficie metálica se deberá limpiar cuidadosamente antes de aplicar esta pintura; para lo cual se recomienda el chorro de arena.

### **271.2 COMPOSICION**

#### **271.2.1 Del pigmento**

Los distintos tipos de pigmentos utilizados en la formulación de las pinturas presentarán las características que se indican en la Tabla 271.1.

TABLA 271.1

PIGMENTO	NORMA DE ENSAYO	%, EN PESO					
		Tipo I		Tipo II		Tipo III	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Amarillo de cinc	INTA 16 12 02	40	—	25	—	25	—
Oxido de hierro amarillo	ASTM D768-47	22	—	45	—	—	—
Oxido de hierro rojo	ASTM D84-51 CII	—	—	—	—	41	—
Oxido de cinc	UNE 48.041	15	—	15	—	15	—
Silicato magnésico	ASTM D605-53T	—	23	—	15	—	13
Tierra de diatomeas	ASTM D604-42	—	—	—	—	5	10

Los pigmentos extraídos al analizar la pintura presentarán las características cuantitativas que se indican en la Tabla 271.5

### 271.2.2 Del vehículo

En cualquiera de los tres casos, los vehículos deberán estar exentos de colofonia y sus derivados. Los componentes de los vehículos correspondientes a las pinturas tipos I y II deberán mezclarse en las proporciones que se indican en la Tabla 271.2.

TABLA 271.2

COMPONENTE	NORMA DE ENSAYO	%, EN PESO			
		Tipo I		Tipo II	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Aceite de linaza crudo	UNE 48.001	34	—	—	—
Resina gliceroftálica sólida	INTA 16 16 02	34	—	40	—
Disolvente volátil y secantes		—	32	—	60

El vehículo de la pintura tipo I estará constituido por partes iguales, en peso, de resina gliceroftálica rica en aceite, y aceite de linaza crudo; además de los disolventes (gasolina, aguarrás, o una mezcla de ambos) y secantes necesarios.

El vehículo de la pintura tipo II estará constituido por una solución de resina gliceroftálica media en aceites, con la cantidad adecuada de disolvente volátil (gasolina, aguarrás o mezcla de ambos) y secantes.

El vehículo de la pintura tipo III estará constituido por un barniz fenólico, compuesto por una mezcla de aceite de madera de China, aceite de linaza crudo, resina de p-fenil fenol formaldehído; y los disolventes convenientes para que la pintura cumpla las condiciones del presente Artículo.

Estos ingredientes producirán un barniz adecuado mezclándolos en las proporciones que se indican en la Tabla 271.3.

TABLA 271.3

COMPONENTE	NORMA DE ENSAYO	%, EN PESO
Resina p-fenil fenol formaldehído	INTA 16 10 04	18,5
Aceite de linaza crudo	UNE 48.001	14
Aceite de madera de China	UNE 48.146	22
Gasolina 150/200	INTA 16 23 02	37
Nafta de alto punto de ebullición		8,5

### 271.3 CARACTERISTICAS CUALITATIVAS DE LA PINTURA LIQUIDA

#### 271.3.1 Color

Las pinturas tipos I y II tendrán el color amarillo característico de la mezcla de cromato de cinc y óxido de hierro amarillo. Las del tipo III tendrán el color rojo característico de la mezcla de óxido de hierro rojo y amarillo de cinc.

#### 271.3.2 Conservación en envase lleno

La pintura en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitada, no presentará coágulos, pieles ni depósitos duros; ni tampoco se observará flotación de pigmentos, de acuerdo con la Norma INTA 16 02 26.

#### 271.3.3 Estabilidad en envase parcialmente lleno

No se formarán pieles al cabo de cuarenta y ocho horas (48 h), de acuerdo con la Norma MELC 12.77.

#### 271.3.4 Estabilidad a la dilución

La pintura permanecerá estable y uniforme al diluir cinco (5) partes, en volumen, de pintura con una (1) parte, en volumen, de gasolina 150/200, de acuerdo con las Normas INTA 16 23 02 y UNE 48097.

### **271.3.5 Aplicación a brocha**

La pintura se aplicará a brocha sin dificultad; poseerá buenas propiedades de nivelación de la superficie; y no tendrá tendencia a descolgarse cuando se aplique sobre una superficie vertical de acero, con un rendimiento de doce metros cuadrados y medio por litro de pintura (12,5 m<sup>2</sup>/l), de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

### **271.3.6 Aplicación por pulverización**

Después de diluida la pintura con gasolina, en la proporción de un (1) volumen de disolvente por cinco (5) volúmenes de pintura, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse ni a la formación de «pieles de naranja», o cualquier otro defecto, de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

## **271.4 CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS**

### **271.4.1 De la pintura líquida**

Los diversos tipos de pintura incluidos en el presente Artículo, presentarán las características cuantitativas que se indican en la Tabla 271.4.

TABLA 271.4

CARACTERISTICAS	NORMA DE ENSAYO	L I M I T E S					
		Tipo I		Tipo II		Tipo III	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Contenido de pigmento, en % del peso de la pintura	MELC 12.05	51	61	40	45	44	48
Vehículo no-volátil, en %, en peso del vehículo total	MELC 12.05	65	—	40	—	40	—
Anhídrido ftálico, en % del peso del vehículo no volátil	MELC 12.56	10	—	30	—	—	—
Acidos grasos, en % del peso del vehículo no volátil	MEL 12.55	77	—	50	—	—	—
Reducción Kauri del vehículo supercentrifugado, en % del vehículo no volátil	UNE 48.072	150	180	—	—	80	100
Agua no combinada, en % del peso de la pintura.	INTA 16 02 51	—	12	—	1	—	1
Partículas gruesas y pieles retenidas en el tamiz, 0,050 UNE, en % del peso del pigmento	UNE 48.030	—	1	—	1	—	1
Consistencia Krebs-Stormer a 200 r.p.m. y 25° C:							
Gramos	MELC 12.74	150	250	125	200	150	200
Unidades Krebs		72	89	67	82	72	82
Peso específico	MELC 12.72	1,56	—	1,26	—	1,32	—
Tiempo de secado:							
Seco al tacto (horas)	MELC 12.73	1	4	0,5	2	0,5	2
Seco total (horas)		—	24	—	16	—	16
Finura de molido: tamaño del grano, en micras ( $\mu$ )	MELC 12.78	—	40	—	40	—	40
Punto de inflamación (Pensky-Martens), en °C	INTA 16 41 03	30	—	30	—	30	—

#### 271.4.2 Del pigmento recuperado

El pigmento recuperado deberá presentar las características cuantitativas que se indican en la Tabla 271.5.

TABLA 271.5

COMPONENTE	NORMA DE ENSAYO	%, EN PESO					
		Tipo I		Tipo II		Tipo III	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Amarillo de cinc	MELC 12.21	39	—	24	—	24	—
Oxido de hierro	MELC 12.21	18	—	37	—	31	—
Materia silícea, expresada en SiO <sub>2</sub>	MELC 12.21	—	29	—	25	—	31
Oxido de cinc	MELC 12.21	14	—	14	—	14	—
Suma de los porcentajes del amarillo de cinc, óxido de cinc y materia silícea		90	—	90	—	90	—

## 271.5 CARACTERISTICAS DE LA PELICULA SECA DE PINTURA

### 271.5.1 Aspecto

La película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

### 271.5.2 Brillo especular a 60° sin corrección por reflectancia difusa

Pinturas tipo I. Valor máximo = Sesenta por ciento (60 %).

Pinturas tipo II. Valor máximo = Cuarenta por ciento (40 %).

Pinturas tipo III. Valor máximo = Cincuenta por ciento (50 %).

Estas determinaciones se harán de acuerdo con la Norma MELC 12.100.

### 271.5.3 Flexibilidad (pinturas tipo II)

No se producirá agrietamiento, ni despegue de película, al doblar la probeta ensayada sobre un mandril de seis milímetros y medio (6,5 mm) de diámetro, de acuerdo con la Norma MELC 12.93.

### 271.5.4 Adherencia (pinturas tipo II)

Los bordes de las incisiones estarán definidos, no formando dientes de sierra. No será fácil separar un trozo de película de pintura del soporte metálico al que ha sido aplicada, de acuerdo con la Norma MELC 12.92.

### 271.5.5 Resistencia a la inmersión en agua (pinturas tipos II y III)

Examinada la probeta de ensayo, inmediatamente después de sacada del recipiente con agua destilada a veintitrés grados centígrados (23° C), donde habrá permanecido sumergida durante dieciocho horas (18 h), la película de pintura podrá presentar, a lo sumo, unas lige-

ras ampollas; pero en ningún caso aparecerá arrugada. En un nuevo examen de la probeta, dos horas (2 h) después de haber sido sacada del agua, la película de pintura no estará reblandecida, y sólo admitirá un ligero blanqueamiento, de acuerdo con la Norma UNE 48.144.

#### **271.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de las pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **272 PINTURAS A BASE DE RESINAS EPOXI PARA IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE MATERIALES FERREOS Y EN ACABADO DE SUPERFICIES METALICAS**

### **272.1 TIPOS DE PINTURAS**

Los tipos de pinturas epoxi incluidos en este Artículo son los siguientes:

- Pintura alquitrán-epoxi.
- Pintura de imprimación de minio de plomo a base de resina epoxi.
- Pintura de acabado, a base de resina epoxi de alto contenido en sólidos, brillante.

### **272.2 PINTURA DE ALQUITRAN-EPOXI**

#### **272.2.1 Definición**

Se definen como pinturas de alquitrán-epoxi las formadas por dos componentes, alquitrán y resinas epoxídicas, que presentan una protección duradera y eficaz para superficies metálicas que han de estar expuestas a ambientes corrosivos.

#### **272.2.2 Composición**

La pintura estará constituida por un sistema de dos componentes, base y catalizador, envasados separadamente.

El componente base, constituido por alquitrán de hulla, resina epoxi, relleno mineral y disolvente, deberá cumplir las exigencias de este Artículo.

El componente catalizador estará constituido por una solución de poliamina, poliamida o por un sistema en concordancia con la formulación establecida para el componente base.

##### **272.2.2.1 Componente base**

El componente base estará formado por las sustancias y proporciones que se indican en la Tabla 272.2.1.

TABLA 272.2.1

Alquitrán de hulla .....	36,6 %
Resina epoxi .....	24,4 %
Asbestos .....	25,0 %
Gel de sílice .....	1,0 %
Xilol .....	6,5 %
Alcohol secbutílico .....	6,5 %

272.2.2.2 Componente catalizador

Su composición será la indicada en la Tabla 272.2.2.

TABLA 272.2.2

Dietilentriamina .....	50 %
Alcohol secbutílico .....	50 %

**272.2.3 Características del componente base**

272.2.3.1 Conservación en el envase

El producto en el envase lleno recientemente abierto no presentará coágulos, pellejos ni depósitos duros, de acuerdo con la Norma INTA 16 02 26.

272.2.3.2 Estabilidad

Después de seis (6) meses de almacenamiento a temperatura comprendida entre quince y veinte grados centígrados (15 y 20° C) el producto no presentará coágulos ni geles, de acuerdo con la Norma UNE 48096.

272.2.3.3 Temperatura de inflamación

La temperatura de inflamación mínima, de acuerdo con la Norma INTA 16 02 44, será de treinta grados centígrados (30° C).

272.2.3.4 Materia fija

A ciento cinco grados centígrados (105° C) el contenido de materia fija será, como mínimo, del ochenta y seis por ciento (86 %), de acuerdo con la Norma MELC 17.28.

272.2.3.5 Relación resina epoxi-alquitrán de hulla

Los contenidos de resina epoxi y alquitrán de hulla estarán en la relación de cuarenta a sesenta (40/60).

**272.2.4 Características de los componentes mezclados**

272.2.4.1 Facilidad de mezclado

Los componentes base y catalizador se mezclarán en las proporciones indicadas por el fabricante sin presentar ningún tipo de incompatibilidad.

#### 272.2.4.2 Estabilidad

La mezcla no tendrá tendencia a gelificarse ni aumentar su consistencia en un período de tiempo inferior a ocho horas (8 h) desde su preparación. Asimismo no presentará ningún tipo de incompatibilidad cuando cien gramos (100 g) de la misma sean diluidos con diez mililitros (10 ml) de una mezcla de partes iguales de xilol y secbutanol, de acuerdo con las Normas UNE 48096, INTA 16 13 06 e INTA 16 13 15.

#### 272.2.4.3 Aplicación a brocha

La pintura no mostrará tendencia a descolgarse al ser aplicada sobre una superficie vertical de acero con un rendimiento de cuatro a cinco metros cuadrados por kilogramo (4 a 5 m<sup>2</sup>/kg), de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

#### 272.2.4.4 Aplicabilidad de la segunda mano de pintura

La aplicación de una segunda capa de pintura, después de veinticuatro horas (24 h), a veinte más menos dos y medio grados centígrados (20° C ± 2,5° C) y sesenta más menos cinco por ciento (60 % ± 5%) de humedad relativa, de aplicada la primera, no producirá reblandecimiento ni cualquier otra alteración de la misma.

#### 272.2.4.5 Tiempo de secado

El tiempo máximo de secado, para repintar, será de dieciocho horas (18 h), de acuerdo con la Norma MELC 12.73.

### 272.2.5 Características de la película seca

#### 272.2.5.1 Aspecto

La película, una vez seca, será uniforme de color y sin imperfecciones de superficie. Sólo se admitirá una ligera marca de la brocha.

#### 272.2.5.2 Brillo

Según la Norma MELC 12.100, será como mínimo del cuarenta por ciento (40 %).

#### 272.2.5.3 Flexibilidad

- Ensayo de plegado. En una probeta preparada como se indica a continuación, la película no presentará grietas ni se desprenderá de su soporte metálico al realizar ensayos con mandril de seis milímetros y medio (6,5 mm). Estas probetas serán de acero de siete y medio por quince centímetros (7,5 × 15 cm), con superficie desengrasada y decapada. Después se aplicarán tres (3) capas de la pintura de ensayo con intervalos de veinticuatro horas (24 h), dejando secar a veinte grados centígrados más o menos dos y medio (20° C ± 2,5° C) y sesenta más menos cinco por ciento (60 % ± 5 %) de humedad relativa, de forma que el espesor total del recubrimiento sea de trescientas micras (300 micras) como mínimo y dejar transcurrir diez (10) días antes de realizar el ensayo, de acuerdo con la Norma MELC 12.93.
- Ensayo de embutición. En las probetas anteriores no se presentará cuarteamiento ni se desprenderá de su soporte metálico al realizar el ensayo con seis milímetros (6 mm) de profundidad, de acuerdo con la Norma INTA 16 02 63.

#### 272.2.5.4 Espesor de la película seca

El espesor mínimo será de cien micras (100 micras), de acuerdo con la Norma INTA 16 02 24.

#### 272.2.5.5 Resistencia al calor

La película no mostrará tendencia a descolgarse ni reblandecerse después de veinticuatro horas (24 h) en estufa a doscientos más menos cinco grados centígrados ( $200^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) en las probetas preparadas como se indicó en el apartado 270.2.5.3 y mantenidas en posición vertical durante el ensayo.

#### 272.2.5.6 Resistencia a la inmersión

En las probetas preparadas adecuadamente, según se indicó con anterioridad, con los bordes protegidos de parafina, la película no presentará ampollas ni cualquier otro defecto en la superficie, admitiéndose solamente un ligero cambio de color después de siete (7) días de inmersión en los siguientes reactivos: agua destilada, solución acuosa de cloruro sódico al tres y medio por ciento (3,5 %), ácido sulfúrico al diez por ciento (10 %), ácido clorhídrico al diez por ciento (10 %) e hidróxido sódico al veinte por ciento (20 %).

Se producirá solamente un ligero ataque superficial de la película y un moderado reblandecimiento después de una hora (1 h) de inmersión en metilisobutilcetona.

Asimismo se producirá un ligero ataque superficial en la película y un moderado reblandecimiento después de siete días (7 d) de inmersión en una mezcla del treinta por ciento (30 %) de isooctano y setenta por ciento (70 %) de toluol.

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma UNE 48144.

#### 272.2.5.7 Resistencia a la humedad en condiciones de condensación

Las probetas no presentarán ampollas ni cualquier otra alteración de la superficie después de doscientas cincuenta horas (250 h) de exposición, de acuerdo con la Norma INTA 16 06 09.

#### 272.2.5.8 Resistencia al anhídrido sulfuroso

En una probeta pintada y protegida convenientemente con parafina fundida, la película no presentará más alteración que un ataque superficial y un eventual cambio de color, sin que el soporte metálico presente signos de corrosión, cuando es sometida a cinco (5) ciclos en condiciones de intensa corrosión, de acuerdo con la Norma INTA 16 06 09.

#### 272.2.5.9 Resistencia a la niebla salina

En una probeta pintada como se indicó anteriormente y cuyos bordes han sido protegidos con parafina fundida, la película no presentará ampollas ni la corrosión se extenderá a más de dos milímetros (2 mm) de las líneas marcadas en forma de aspa, con un punzón afilado, de forma que quede al descubierto la superficie del soporte metálico después de doscientas cincuenta horas (250 h), de acuerdo con la Norma MELC 12.104.

#### 272.2.5.10 Resistencia al envejecimiento artificial acelerado

Las probetas no presentarán más alteración que un ligero ataque superficial y un eventual cambio de color, después de quinientas horas (500 h) de ensayo, de acuerdo con la Norma MELC 12.94.

#### 272.2.5.11 Almacenamiento

Podrá ser almacenada a una temperatura comprendida entre cinco y treinta grados centígrados (5° C a 30° C) durante un período de seis (6) meses, conservando sus propiedades.

#### 272.2.5.12 Instrucciones de empleo

Antes de ser aplicada la pintura, se procederá a mezclar sus dos componentes, preparando solamente la cantidad de pintura que vaya a ser utilizada en una jornada normal de trabajo y siguiendo siempre, y de la forma más estricta, las instrucciones del fabricante.

Se aplicará a brocha una vez mezclados los dos componentes; si se observa una viscosidad excesiva en la mezcla, hasta el punto de imposibilitar su aplicación, puede diluirse con un diez por ciento (10 %) como máximo del disolvente que suministre el fabricante o en su defecto con una mezcla en partes iguales de xilol y secbutanol.

La pintura puede ser aplicada por pulverización con equipos especiales de trabajo pesado.

#### 272.2.5.13 Rendimiento

La pintura deberá ser aplicada de forma que el espesor mínimo de película obtenido en cada capa sea de unas cien micras (100 micras) aproximadamente, lo cual puede conseguirse con una cubrición de cuatro a cinco metros cuadrados por kilogramo (4 a 5 m<sup>2</sup>/kg).

### 272.3 PINTURA DE IMPRIMACION DE MINIO DE PLOMO A BASE DE RESINA EPOXI

#### 272.3.1 Definición

Se define como pintura de imprimación de minio de plomo a base de resina epoxi la formada por dos componentes de poliamida y epoxi, respectivamente, de curado en frío, adecuada para utilizarse sobre superficies metálicas sin pintar.

#### 272.3.2 Composición

El material de imprimación deberá suministrarse como un sistema de dos componentes consistentes en:

- Un componente resinoso de tipo alfa-epoxi.
- Un agente de curado tipo poliamida.

El pigmento deberá estar dispersado de forma adecuada sólo en el componente de la resina. Cuando se necesiten dos capas de pintura de imprimación, el pigmento de la segunda deberá contener, aproximadamente, un medio por ciento (0,5 %) en peso, de negro de humo.

### 272.3.2.1 Composición del pigmento

Los componentes del pigmento, de acuerdo con la Norma INTA 16 12 01, serán:

Minio de plomo .....	75 % mín.
Insoluble en CIH .....	20 % mín.

### 272.3.2.2 Vehículo no volátil de cada componente

Componente resinoso:

Punto de fusión, °C .....	65-85
Viscosidad (Gardner-Holdt) 40 % en peso en dietilenglicol monobutileter .....	D-K
Peso específico a 20° C .....	1,17-1,22
Color (Gardner), máximo .....	4
Gramos de resina que contienen 1 g de resina alfa-epoxídico .....	425-700

Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con las Normas MELC 12.41, UNE 48048 y UNE 48098.

Agentes de curado:

Color (Gardner), máximo .....	12
Viscosidad, Poises a 40° C .....	500-750
Peso específico a 20° C .....	0,980-1,000
Valor amínico (equivalente en mg de KOH por gramo). .....	210-200

Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con las Normas UNE 48048 y UNE 48098.

### 272.3.3 Características cualitativas de la pintura líquida

#### 272.3.3.1 Propiedades de aplicación

Los dos componentes, mezclados de forma apropiada, deberán constituir una pintura apta para ser aplicada a brocha o por pulverización a pistola, según las instrucciones del fabricante. La mezcla preparada deberá permitir un acabado uniforme, de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

#### 272.3.3.2 Conservación en envase

Almacenados los dos componentes durante seis (6) meses en los recipientes de origen, sin abrir, a temperaturas comprendidas entre cuatro y veintisiete grados centígrados (4° C a 27° C), y realizada, al término de este tiempo, la mezcla, deberá cumplir los requisitos de este Artículo, de acuerdo con la Norma INTA 16 02 26.

### 272.3.3.3 Estabilidad

Mantenidos a una temperatura comprendida entre diez y veintisiete grados centígrados (10° C a 27° C) los dos componentes mezclados, deberán permanecer en condiciones de poderse aplicar durante un período de diez horas (10 h), con o sin la adición de un máximo del diez por ciento (10 %) en volumen del diluyente que recomiende el fabricante, de acuerdo con la Norma UNE 48096.

### 272.3.3.4 Color

Deberá ser el característico de los pigmentos utilizados.

### 272.3.4 Características cuantitativas de la pintura líquida

El material preparado de acuerdo con lo dicho anteriormente y ensayado o aplicado entre media y tres horas (0,5 a 3 h) después de realizada la mezcla, deberá cumplir los siguientes requisitos:

	Mínimo	Máximo
Consistencia Krebs-Stormer a 200 r. p. m., Unidades Krebs .....	60	80
Tiempo de secado duro, horas .....	—	8
Finura de molido: tamaño de grano en micras ...	—	30
Material volátil, % en peso .....	60	35
Vehículo no volátil:		
Componente resinoso: g de resina que contienen 1 g equivalente de resina alfa-epoxi .....	450	700
Agente de curado: mg equivalentes de KOH por g.	200	210

Estas determinaciones se realizarán según las Normas MELC 12.05, MELC 12.73, MELC 12.74 y MELC 12.78.

### 272.3.5 Características de la película seca de pintura

#### 272.3.5.1 Preparación de las probetas

Las probetas para la realización de los distintos ensayos deberán ser de acero, con las dimensiones que se especifiquen en cada caso, perfectamente desengrasadas y libres de óxidos. La película de pintura se dejará secar al aire, en todos los casos, durante un tiempo de siete días (7 d). El espesor de película seca de pintura deberá ser de treinta a cuarenta micras (30 a 40 micras).

#### 272.3.5.2 Brillo especular a 60° C sin corrección por reflexión difusa

El valor del brillo especular deberá estar comprendido entre el diez y el treinta por ciento (10 a 30 %), de acuerdo con la Norma MELC 12.100.

#### 272.3.5.3 Adherencia

Ensayada la película seca de pintura, no será fácil separar un trozo de película del soporte metálico a que ha sido adherida, ni aun empleando una cinta adhesiva, de acuerdo con la Norma MELC 12.92.

#### 272.3.5.4 Aplicabilidad y aspecto

Una capa normal de la imprimación deberá ser aparentemente uniforme, sin granos, arrugamientos ni excesivas marcas de brocha, cuando se aplique sobre paneles de acero.

#### 272.3.5.5 Aplicabilidad de una segunda mano de pintura de imprimación

Después de veinticuatro horas (24 h) de secado, la película de pintura de imprimación no deberá removerse o levantarse cuando se le aplique una segunda mano de la misma.

#### 272.3.5.6 Aplicabilidad de una segunda mano de pintura de acabado

Después de veinticuatro horas (24 h) de secado, la película de pintura de imprimación no deberá formar ampollas, reblandecerse, levantarse ni presentar ninguna otra imperfección cuando se le aplique una segunda mano de pintura de acabado compatible con la misma.

### 272.4 PINTURA DE ACABADO BRILLANTE, A BASE DE RESINA EPOXI DE ALTO CONTENIDO EN SÓLIDOS

#### 272.4.1 Definición

Se define como pintura de acabado brillante, a base de resina epoxi de alto contenido en sólidos, a un recubrimiento de curado en frío a base de resinas epoxi, formado por dos componentes que se mezclan en el momento que se vaya a aplicar, y que puede ser utilizado sobre superficies metálicas, hormigón y madera.

#### 272.4.2 Composición

Los materiales que constituyen este recubrimiento deberán suministrarse en forma de los dos componentes:

- Componente resinoso (a base de resina epoxi).
- Agente de curado.

No se permitirán los agentes de curado a base de poliamina volátil.

#### 272.4.3 Características cuantitativas de la pintura líquida, una vez hecha la mezcla

Después de preparar la pintura por mezcla de los dos componentes que la forman, ésta deberá cumplir las siguientes características:

	Mínimo	Máximo
Tiempo de secado al tacto, horas .....	—	4
Curado completo, días .....	—	7
Finura de molido: tamaño de grano en micras .....	40	—
Materia volátil, % en peso de la pintura .....	—	15

Estas determinaciones se realizarán según las Normas MELC 12.73, MELC 12.78 y MELC 12.05.

#### **272.4.4 Características cualitativas de la pintura líquida una vez hecha la mezcla**

##### **272.4.4.1 Propiedades de preparación y aplicación de la pintura**

Después de mezclar los dos componentes de forma adecuada y dejarlos en reposo, la mezcla deberá poderse aplicar a brocha o a rodillo fácilmente, según recomiende el fabricante.

##### **272.4.4.2 Conservación en envase lleno**

Almacenados los dos componentes, por separado, durante seis (6) meses en los envases originales sin abrir, a una temperatura comprendida entre cuatro y veintisiete grados centígrados (4° C a 27° C), y mezclados como se indicó anteriormente, la pintura deberá cumplir los requerimientos especificados.

##### **272.4.4.3 Período de aplicabilidad de la pintura**

Vertida la pintura sobre un rodillo de pintor y mantenida a una temperatura comprendida entre quince y veinticuatro grados centígrados (15° C a 24° C), deberá conservar sus propiedades de aplicación por lo menos durante cuarenta y cinco minutos (45 min).

##### **272.4.4.4 Resistencia al descolgamiento**

Aplicada la pintura con un espesor de película húmeda de ciento cuarenta micras (140 micras), no se observará tendencia a descolgar o a fluir.

##### **272.4.4.5 Aplicabilidad y aspecto**

Cuando se aplique una mano de pintura con un rendimiento entre siete y ocho metros cuadrados por litro (7 a 8 m<sup>2</sup>/l), deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- El material deberá poderse aplicar con facilidad y producir una película libre de descolgamientos, pequeñas ampollas o «piel de naranja».
- El material tendrá un secado satisfactorio, y permitirá ser recubierto dieciocho horas (18 h) después de su aplicación. No se observarán levantamientos, arrugas, falta de uniformidad ni ningún otro defecto.

#### **272.4.5. Características de la película seca de pintura**

##### **272.4.5.1 Brillo especular**

El brillo especular a sesenta grados centígrados (60° C), sin corrección por reflexión difusa, de acuerdo con la Norma MELC 12.100, tendrá un valor mínimo de setenta y cinco por ciento (75 %).

##### **272.4.5.2 Dureza**

El valor mínimo de la dureza en unidades Sward, según la Norma INTA 16 02 25, será de veinte (20).

#### **272.4.5.3 Poder cubriente**

Cuando se utilicen colores blancos y claros, aplicada una mano de pintura con un extendedor de película Doctor Blade, de forma que se obtenga un espesor de la película seca de ciento veinticinco más menos doce micras ( $125 \pm 12$  micras), sobre un fondo de contraste de cuadros blancos y negros, éste quedará completamente cubierto, de acuerdo con la Norma MELC 12.96.

#### **272.4.5.4 Resistencia a los ácidos**

Examinada la probeta inmediatamente después de sacada del recipiente con una solución de ácido sulfúrico al cinco por ciento (5 %), a temperatura ambiente, donde ha permanecido sumergida durante setenta y dos horas (72 h), no se observarán ampollas, reblandecimiento, arrugamiento o pérdida de adherencia. El examen de la probeta se realizará con una lente de diez (10) aumentos. No se tendrá en cuenta la pérdida de color o de brillo. Esta determinación se realizará según la Norma MELC 12.91.

#### **272.4.5.5 Resistencia a los álcalis**

Examinada la probeta inmediatamente después de sacada del recipiente con solución de hidróxido sódico al veinte por ciento (20 %), a temperatura ambiente, donde ha permanecido sumergida durante setenta y dos horas (72 h), no se observarán ampollas, reblandecimiento, arrugamiento o pérdida de adherencia. No se tendrá en cuenta un ligero cambio en el tono de color.

Esta determinación se realizará según la Norma MELC 12.105.

#### **272.4.5.6 Resistencia a la acción de la luz**

No se producirá cambio de color apreciable en la película seca de pintura cuando se ensayen las probetas, durante cuarenta y ocho horas (48 h) a la acción de la luz, sin pulverización de agua. El cambio en el tono de color producido en las probetas sometidas a la acción de la luz deberá enjuiciarse por comparación con probetas testigos no sometidas a dicha acción, de acuerdo con la Norma MELC 12.94.

#### **272.4.5.7 Resistencia al lavado**

La película seca de pintura debe resistir cinco mil (5.000) ciclos en la máquina de lavabilidad sin mostrar más que una ligera diferencia entre las porciones lavadas y sin lavar, de acuerdo con la Norma MELC 198.

### **272.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de las pinturas a base de resinas epoxi se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **273 ESMALTES SINTETICOS BRILLANTES PARA ACABADO DE SUPERFICIES METALICAS**

### **273.1 DEFINICION**

Se definen como esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas los de secado al aire o en estufa que, por presentar gran resistencia a los agentes y conservar el color y el brillo, resultan adecuados para ser empleados sobre superficies metálicas previamente imprimadas.

Atendiendo al modo en que se realiza su secado, éstos esmaltes se clasifican en:

- Esmaltes de secado al aire.
- Esmaltes de secado en estufa.

### **273.2 COMPOSICION**

#### **273.2.1 Del esmalte**

Los esmaltes de distintos colores incluidos en el presente Artículo, que deberán aplicarse tal y como se encuentran en el envase, estarán constituidos por pigmentos y vehículos de las características que se indican en la Tabla 273.1.

TABLA 273.1

COLOR DEL ESMALTE	% E N P E S O					
	Pigmento		Vehículo fijo		Disolvente volátil	Total de sólidos
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Máx.	Mín.
Blanco	23	26	30	33	44	56
Negro	3	4	38	41	58	42
Rojo vivo	9	11	35	38	54	46
Amarillo vivo	30	33	27	30	40	60
Amarillo pálido	20	23	31	35	46	54
Verde amarillento fuerte	17	20	32	35	48	52
Verde amarillo claro	15	19	33	37	52	50
Verde intenso	14	17	35	38	51	51
Azul oscuro	7	8	35	38	54	46
Gris azulado claro	20	23	31	34	46	54

### 273.2.2 Del pigmento

Los pigmentos utilizados serán los compuestos puros, exentos de cargas y extendedores, que se indican en la Tabla 273.2.

### 273.2.3 Del vehículo de los esmaltes de secado al aire

El vehículo estará constituido por una resina gliceroftálica y la mezcla apropiada de hidrocarburos alifáticos, aromáticos o terpénicos, de manera que cumpla con las exigencias impuestas en el presente Artículo. Puede igualmente llevar incorporadas pequeñas cantidades de agentes humectantes, estabilizadores, o antiposos. El vehículo así preparado cumplirá las características que se indican en la Tabla 273.3.

TABLA 273.2

COLOR DEL ESMALTE	PIGMENTO	NORMA DE ENSAYO UNE 48103	COEFICIENTES TRICROMATICOS DE LA PELICULA SECA		
			x	y	Y
Blanco	Dióxido de titanio, tipo rutilo, no enyesable	B-118	0,310	0,320	84,4 %
Negro	Negro de humo con pequeñas cantidades de azul de Prusia	B-102	0,293	0,307	3,8 %
Rojo vivo	Rojo de toluidina	B-203	0,631	0,316	8,1 %
Gris azulado claro	Dióxido de titanio y negro de humo o negro de lámpara	B-178	0,300	0,312	37,6 %
Azul oscuro	Azul de Prusia; dióxido de titanio, tipo rutilo; y negro de humo o negro de lámpara	B-710	0,226	0,206	1,2 %
Amarillo vivo	Amarillo de cromo claro	B-502	0,480	0,481	60,6 %
Amarillo pálido	Oxido de hierro amarillo; amarillo de cromo; y dióxido de titanio, tipo rutilo, no enyesable	B-516	0,348	0,257	65,9 %
Verde amarillento fuerte	Verde de cromo; amarillo de cromo; y dióxido de titanio; tipo rutilo, no enyesable	B-651	0,328	0,512	15,8 %
Verde amarillo claro	Verde de cromo y dióxido de titanio, tipo rutilo, no enyesable	B-662	0,325	0,375	47,0 %
Verde intenso	Verde de cromo, azul de Prusia y amarillo de cromo	B-602	0,279	0,479	7,9 %

TABLA 273.3

COMPONENTES	NORMA DE ENSAYO	% EN PESO DEL VEHICULO NO VOLATIL	
		Mínimo	Máximo
Anhídrido ftálico	MEL 12.58	30	—
Acidos grasos vegetales	MEL 12.58	45	55
Materia insaponificable	MEL 12.58	—	0,5

#### 273.2.4 Del vehículo de los esmaltes de secado en estufa

El vehículo estará constituido por una resina gliceroftálica corta o media en aceites, mezclada con resina de urea o melamina-formaldehído, en cantidad no menor al diez por ciento (10 %). Contendrá, asimismo, la cantidad necesaria de hidrocarburos aromáticos, para que el conjunto cumpla con las características impuestas en el presente Artículo. Puede, igualmente, llevar incorporadas pequeñas cantidades de agentes humectantes, estabilizadores o antiposos. El vehículo así preparado presentará las características que se indican en la Tabla 273.4.

TABLA 273.4

COMPONENTES	NORMA DE ENSAYO	% EN PESO DEL VEHICULO NO VOLATIL	
		Mínimo	Máximo
Anhídrido ftálico	MELC 12.58	28	36
Acidos grasos vegetales	MELC 12.58	28	43
Materia insaponificable	MELC 12.58	—	10
Resinas nitrogenadas	MELC 12.58	10	20
Colofonia y sus derivados	MELC 12.54	—	Nada
Resinas fenólicas	MELC 12.55	—	Nada

#### 273.3 CARACTERISTICAS CUALITATIVAS DEL ESMALTE LIQUIDO

##### 273.3.1 Conservación en envase lleno

El esmalte en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitado no presentará coágulos, pieles ni depósitos duros, ni tampoco se observará flotación de pigmentos, de acuerdo con la Norma INTA 16 02 26.

##### 273.3.2 Estabilidad en envase lleno

El esmalte no aumentará su consistencia, en más de diez (10) unidades Krebs, al cabo de seis (6) meses de permanecer almacenado en envase herméticamente cerrado a temperatura ambiente; así como tampoco se formarán pieles, geles ni depósitos duros. El esmalte será fácilmente homogeneizable por agitación con una espátula apropiada.

Esta determinación se realizará según la Norma MELC 12.77.

##### 273.3.3 Estabilidad en envase parcialmente lleno

No se formarán pieles al cabo de cuarenta y ocho horas (48 h). Transcurridos treinta días (30 d) no se formarán geles ni depósitos duros; y la piel superficial que pudiera for-

marse será continua y fácil de eliminar sin romperse. El esmalte será fácilmente homogenizable, por agitación con una espátula apropiada.

Esta determinación se realizará según la Norma MELC 12.77.

#### **273.3.4 Aplicación a brocha**

El esmalte de secado al aire se aplicará a brocha sin dificultad; poseerá buenas propiedades de nivelación de la superficie; y no tendrá tendencia a descolgarse cuando se aplique sobre una superficie vertical de acero, con un rendimiento de diez metros cuadrados por litro de esmalte (10 m<sup>2</sup>/l), de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

#### **273.3.5 Aplicación por pulverización**

Después de diluido el esmalte de secado al aire con gasolina, en la proporción de un (1) volumen de disolvente por ocho (8) volúmenes de esmalte, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse ni cualquier otro defecto. La película de esmalte, secada al aire, producirá imágenes especulares claras y bien definidas.

Después de diluido el esmalte de secado en estufa con xilol, en la proporción de un (1) volumen de xilol por ocho (8) volúmenes de esmalte, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse ni a formar ningún otro defecto. La película de esmalte, secada a ciento veinte grados centígrados (120° C) durante cuarenta y cinco minutos (45 min), producirá imágenes especulares claras y bien definidas.

Estas determinaciones se realizarán según la Norma MELC 12.03.

#### **273.3.6 Tiempo de secado**

A las dos horas (2 h) de aplicado un esmalte de secado al aire, conservado en este medio, estará seco al acto. Al cabo de ocho horas (8 h) la película estará dura, y a las cuarenta y ocho horas (48 h) habrá alcanzado la dureza máxima.

Después de aplicar un esmalte de secado en estufa y mantenerlo en ésta a ciento veinte grados centígrados (120° C) durante cuarenta y cinco minutos (45 min), la película estará dura. A las veinticuatro horas (24 h) de este tratamiento, y habiendo conservado al aire la probeta de ensayo, la película de esmalte deberá alcanzar su dureza máxima.

Estas determinaciones se realizarán según la Norma MELC 12.73.

#### **273.3.7 Toxicidad**

El esmalte no contendrá benzol, derivados clorados ni cualquier otro disolvente de reconocida toxicidad.

#### **273.3.8 Aplicabilidad de la segunda mano de esmalte**

No deberá producirse ninguna irregularidad, en la película seca de esmalte, cuando se aplique una segunda mano del mismo sobre placas que previamente hayan sido pintadas. El examen de las placas se hará después de transcurridos los siguientes tiempos de secado:

- Esmalte de secado al aire: veinticuatro horas (24 h).
- Esmalte de secado en estufa, a ciento veinte grados centígrados (120° C) con una tolerancia de dos grados centígrados ( $\pm 2^\circ$  C): cuarenta y cinco minutos (45 min).

## 273.4 CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS DEL ESMALTE LIQUIDO

La pintura líquida cumplirá las características cuantitativas que se indican en la Tabla 273.5.

TABLA 273.5

CARACTERISTICAS	NORMA DE ENSAYO	L I M I T E S	
		Mínimo	Máximo
Contenido de agua, en % en peso del esmalte	MELC 12.81	—	1,0
Partículas gruesas y pieles, retenidas en el tamiz 0,050 UNE, en % del peso del pigmento	UNE 48030	—	0,5
Consistencia Krebs-Stormer (200 r.p.m. y 25° C)			
Esmaltes de secado al aire:	MELC 12.74		
Gramos		125	175
Unidades Krebs		67	77
Esmaltes de secado en estufa:			
Gramos		100	150
Unidades Krebs		61	72
Finura de molido: tamaño del grano, en micras ( $\mu$ )	MELC 12.78	—	13

## 273.5 CARACTERISTICAS DE LA PELICULA SECA DE ESMALTE

### 273.5.1 Aspecto

La película seca de esmalte presentará un aspecto uniforme, brillante, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial.

### 273.5.2 Color

Igualará, por comparación, al color indicado en la Tabla 273.2.

### 273.5.3 Brillo especular

El brillo especular a sesenta grados centígrados (60° C) sin corrección por reflectancia difusa, tendrá un valor mínimo del ochenta y siete por ciento (87 %).

La película de esmalte preparada para la medida del brillo será capaz de reflejar una imagen clara y bien definida.

Esta determinación se realizará según la Norma MELC 12.100.

### 273.5.4 Reflectancia luminosa aparente (45° - 0°) del esmalte blanco

Valor mínimo: ochenta y cuatro por ciento (84 %), según la Norma MELC 12.97.

### 273.5.5 Poder cubriente de la película seca

Los valores límites de la relación de contraste, para cada uno de los esmaltes coloreados, cuando se apliquen en las cantidades unitarias señaladas, serán los que se indican en la Tabla 273.6, según la Norma MELC 12.96.

TABLA 273.6

COLOR DEL ESMALTE	CANTIDAD DE ESMALTE APLICADO (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	ESPESOR DE LA PELICULA SECA (μ)	RELACION DE CONTRASTE DE LA PELICULA SECA
	Máxima	Máximo	Mínima
Blanco	65	25	0,90
Negro	65	25	1,00
Rojo vivo	75	37,5	0,87
Amarillo vivo	65	25	0,86
Amarillo pálido	65	25	0,96
Verde amarillento fuerte	75	37,5	0,96
Verde amarillo claro	75	37,5	0,96
Verde intenso	75	37,5	0,98
Azul oscuro	65	25	1,00
Gris azulado claro	65	25	0,98

### 273.5.6 Flexibilidad

No se producirá agrietamiento, ni despegue de la película, al doblar la probeta ensayada sobre un mandril de tres milímetros y medio (3,5 mm) de diámetro, de acuerdo con la Norma MELC 12.93.

### 273.5.7 Adherencia

Los bordes de las incisiones estarán bien definidos, no formando dientes de sierra. No será fácil separar un trozo de película de esmalte del soporte metálico al que ha sido aplicada, según la Norma MELC 12.92.

### 273.5.8 Resistencia a la inmersión en agua

Examinada la probeta de ensayo, inmediatamente después de sacada del recipiente con agua destilada a una temperatura comprendida entre veintiún grados centígrados (21° C) y treinta y dos grados centígrados (32° C), donde habrá permanecido sumergida durante dieciséis horas (16 h), no se observarán ampollas ni arrugas en la película de esmalte. En un nuevo examen de la probeta, dos horas (2 h) después de haber sido sacada del agua, solamente se admitirá un ligero blanqueamiento. Finalmente, a las veinticuatro horas (24 h) de secada al aire, el brillo de la película de esmalte que estuvo sumergida será, como mínimo, igual al noventa por ciento (90 %) del valor que presente otra placa de comparación que no

haya sido sumergida en agua. Asimismo, no se apreciará diferencia entre la dureza de la película de esmalte de la placa sumergida y la de la placa de comparación.

Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con la Norma UNE 48144.

#### **273.5.9 Resistencia a la pérdida de brillo, al enyesado y a los cambios de color**

Después de ciento sesenta y ocho horas (168 h) de tratamiento en cámara de envejecimiento artificial, en la película seca de esmalte no se producirá enyesado, ni pérdida de brillo mayor del treinta por ciento (30 %), ni cambio de color superior a cuatro (4) unidades en la variación de luminosidad. Por excepción, los esmaltes amarillos podrán presentar una variación de luminosidad de ocho (8) unidades.

Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con la Norma MELC 12.94.

#### **273.5.10 Resistencia a la intemperie**

En la película de esmalte no se producirá enyesado, cuarteamiento, cambio de color, ni cualquier otro defecto al cabo de un año de exposición a la intemperie; y la película envejecida recuperará fácilmente el brillo por pulido, produciendo de nuevo imágenes claras y bien definidas. En los esmaltes de color amarillo se admitirá un discreto oscurecimiento de color.

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma MELC 12.107.

#### **273.5.11 Resistencia al envejecimiento artificial**

Al cabo de quinientas horas (500 h) de tratamiento, en la película de esmalte no se producirá enyesado, cuarteamiento, cambios de color, ni cualquier otro defecto; de acuerdo con la Norma MELC 12.94.

### **273.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de los esmaltes sintéticos brillantes se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **274 PINTURAS DE ALUMINIO PARA FONDO Y ACABADO DE SUPERFICIES METALICAS**

### **274.1 DEFINICION**

Se definen como pinturas de aluminio, las preparadas a pie de obra por mezcla de barnices con purpurinas de aluminio en polvo o en pasta.

Los barnices y los pigmentos de aluminio, o purpurinas, en polvo y en pasta deberán cumplir las características que se fijan a continuación.

### **274.2 BARNICES PARA PINTURAS DE ALUMINIO**

#### **274.2.1 Clasificación y aplicaciones**

Los barnices incluidos en el presente Artículo tendrán un valor mínimo de reducción Kauri del setenta y cinco por ciento (75 %) y se clasificarán en los dos tipos siguientes:

- Tipo I. Barnices de baja viscosidad, para uso con purpurinas de aluminio en polvo.
- Tipo II. Barnices de viscosidad elevada, para ser empleados con purpurinas de aluminio en pasta.

Estos barnices no deberán emplearse por sí solos como recubrimientos transparentes.

#### **274.2.2 Características cuantitativas del barniz líquido**

Los barnices incluidos en el presente Artículo deberán cumplir las características dadas en la Tabla 274.1.

TABLA 274.1

CARACTERISTICAS	NORMA DE ENSAYO	L I M I T E S	
		Mínima	Máxima
Materia no volátil, % en peso	MELC 12.28	50	—
Tiempo de secado:	MELC 12.73		
Seco al tacto, horas		1	4
Seco total, horas		—	18
Viscosidad a 25° C:	INTA 16 02 56		
Tipo I, poises		0,65	1,00
Tipo II, poises		0,85	1,25
Reducción Kauri, %	UNE 48072	75	—
Índice de acidez de la materia no volátil, mg de KOH/g	UNE 48014	—	15
Contenido en calcio, expresado en CaO, % en peso de la materia no volátil	MELC 12.44	—	0,1
Punto de inflamación (vaso cerrado Tagliabue), en °C	MELC 12.82	30	—

### 274.2.3 Características cuantitativas del barniz líquido

#### 274.2.3.1 Color

El barniz no será más oscuro que la solución obtenida disolviendo tres gramos (3 g) de dicromato potásico ( $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$ ) en cien centímetros cúbicos (100 cc) de ácido sulfúrico concentrado ( $d = 1,84$ ).

#### 274.2.3.2 Aspecto

Tendrán un aspecto claro, exento de sedimentos y de materia en suspensión, cuando se examinen con luz transmitida, según la Norma MELC 12.40.

#### 274.2.3.3 Propiedades de aplicación

Las pinturas preparadas mezclando los barnices tipos I y II con purpurinas de aluminio en polvo y en pasta, respectivamente, de la forma que se indica en los párrafos siguientes, se aplicarán con facilidad, tanto a brocha como por pulverización a pistola, sobre probetas de vidrio o metálicas. Las probetas pintadas, una vez secadas en posición vertical, presentarán películas uniformes, lisas y lustrosas, según la Norma MELC 12.03. La mezcla se realizará utilizando el siguiente procedimiento: a cuarenta centímetros cúbicos (40  $\text{cm}^3$ ) de barniz se añaden, lentamente y agitando, cuatro gramos (4 g) de purpurina en polvo si se trata de barniz tipo I, y seis gramos (6 g) de purpurina en pasta si se trata de barniz tipo II.

Una vez añadido al barniz la cantidad correspondiente de purpurina, se agita vigorosamente la mezcla durante dos (2) minutos y se deja en reposo dos (2) horas, al cabo de las cuales se volverá a agitar, nuevamente, antes de hacer el ensayo de aplicación.

#### 274.2.3.4 Estabilidad en envase parcialmente lleno

No se formarán pieles al cabo de cuarenta y ocho (48) horas, según la Norma MELC 12.77.

#### 274.2.3.5 Olor

El olor del barniz, tanto en su condición original como durante el proceso de secado y después de seco, no será irritante ni desagradable.

### 274.2.4 Características de la película seca

#### 274.2.4.1 Resistencia a la inmersión en agua

Examinada la probeta de ensayo dos horas (2 h) después de sacada del recipiente con agua a veintitrés grados centígrados (23° C), donde ha permanecido sumergida durante un período de tiempo de dieciocho horas (18 h), la película de barniz no habrá blanqueado, perdido brillo, ni mostrará ningún otro defecto visible de superficie, de acuerdo con la Norma UNE 48144.

## 274.3 PIGMENTOS DE ALUMINIO EN POLVO Y EN PASTA

### 274.3.1 Clasificación y aplicaciones

Los pigmentos de aluminio incluidos en este Artículo se clasifican en los dos tipos siguientes:

- Tipo I. Pigmentos de aluminio en polvo.
- Tipo II. Pigmentos de aluminio en pasta.

Dentro de cada tipo, atendiendo al tamaño de sus partículas, se consideran las dos clases siguientes:

- Clase A. Extrafino.
- Clase B. Normal.

Los pigmentos de la clase A se emplearán en aquellos casos en que se requieran acabados muy lisos o en que se desee reducir la cantidad de pigmentos de aluminio en la formulación de la pintura.

### 274.3.2 Composición

#### 274.3.2.1 De los pigmentos de aluminio en polvo

Estarán constituidos por partículas de aluminio comercial, en forma de hojuelas, pulimentadas con un aceite lubricante adecuado.

### 274.3.2.2 De los pigmentos de aluminio en pasta

Estarán constituidos por partículas de aluminio comercial, en forma de hojuelas, pulimentadas con un aceite lubricante adecuado, al que se ha incorporado un disolvente volátil y materia grasa apropiada para formar una pasta espesa y uniforme.

### 274.3.3 Características cuantitativas

Los dos tipos de pigmentos de aluminio incluidos en el presente Artículo presentarán las características cuantitativas que se indican en la Tabla 274.2.

TABLA 274.2

CARACTERÍSTICAS	NORMA DE ENSAYO	TANTO POR CIENTO EN PESO			
		Tipo I Pigmento en polvo		Tipo II Pigmento en pasta	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Materia no volátil, a 105-110° C	MELC 12.28	99,0	—	65,0	—
Partículas gruesas:	INTA 16 02 78				
Clase A: Retenidas en el tamiz 0,050 UNE		—	0,1	—	0,1
Clase B: Retenidas en el tamiz 0,050 UNE		—	1,5	—	1,0
Materia grasa soluble en acetona, %	MEL 12,26	—	4	—	3
Impurezas totales (no incluida la ma- teria grasa), % en peso	INTA 16 05 15	—	1	—	0,7
Mica, filler mineral y otros adulte- rantes	INTA 16 05 15	—	0	—	0
Indice de flotación	MELC 12.25				
Clase A, %		50	—	55	—
Clase B, %		50	—	50	—

### 274.3.4 Características cualitativas

#### 274.3.4.1 Propiedades de aplicación

La pintura preparada por mezcla de pigmentos de aluminio en polvo o en pasta, en las cantidades que se indican en la Tabla 274.3 con un litro (1 l) del barniz especificado en este Artículo, se aplicarán con facilidad a brocha o por pulverización.

TABLA 274.3

	TIPO I		TIPO II	
	Pigmento en polvo		Pigmento en pasta	
	Clase		Clase	
	A	B	A	B
Cantidad en gramos de pigmentos de aluminio que debe mezclarse con 1 litro de barniz	90	150	150	240

La mezcla de pigmento de aluminio y barniz deberá hacerse por pequeñas y sucesivas adiciones de este último al primero, agitando continuamente hasta alcanzar una mezcla homogénea. Se dejará reposar la pintura así obtenida durante dos horas (2 h) y se agitará nuevamente antes de la realización del ensayo.

Para la pulverización con pistola, la pintura preparada del modo indicado en el párrafo anterior, se diluirá con gasolina, en una proporción de ocho (8) volúmenes de pintura por un (1) volumen de disolvente, como máximo.

El ensayo de aplicación de la pintura se realizará sobre placas de acero o de vidrio desengrasadas.

Las películas resultantes serán lisas y uniformes.

#### 274.3.4.2 Conservación en el envase de los pigmentos en pasta

Los pigmentos de aluminio en pasta deberán tener aspecto homogéneo, sin presentar coágulos, depósitos duros ni separación entre el pigmento y la fase líquida.

### 274.4 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de las pinturas de aluminio se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## 275 PINTURAS AL CLOROCAUCHO PARA ACABADO DE SUPERFICIES METALICAS

### 275.1 DEFINICION

Se definen como pinturas al clorocaucho para acabado de superficies metálicas aquellas formadas por caucho clorado al que se le han incorporado plastificantes y estabilizadores con objeto de darle flexibilidad, adherencia y durabilidad.

Estas pinturas se caracterizan por su resistencia al fuego y al agua.

### 275.2 COMPOSICION Y EMPLEO

Salvo especificación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se empleará cualquiera de las composiciones indicadas en la Tabla 275.1.

TABLA 275.1

COMPONENTES	VEHICULO FIJO, % EN PESO			
	A	B	C	D
Clorocaucho	50-60	45-60	20-35	5-50
Parafinas o bifenilos clorados	40-50	0-25	—	—
Resinas alquídicas medias o largas en aceites	—	20-30	65-80	0-25
Otros polímeros, resinas y plastificantes	—	—	—	0-95
<b>TOTALES</b>	100	100	100	100

En condiciones ambientales corrosivas extremadamente severas, y cuando se precise un máximo de resistencia química, se utilizará el vehículo tipo A.

En pinturas de albañilería, hormigones y superficies de tipo alcalino, en ambientes muy corrosivos, con agua y agentes químicos, se utilizará el vehículo tipo B.

En cualquier caso, la aplicación se hará en tres capas de un espesor aproximado a ciento veinticinco micras (125 micras).

### 275.3 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de las pinturas al clorocaucho se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## 276 PINTURAS DE ALBAYALDE BLANCAS PARA SUPERFICIES DE MADERA, HORMIGON Y MATERIALES PETREOS

### 276.1 DEFINICION

Se definen como pinturas de albayalde blancas para superficies de madera, hormigón, y materiales pétreos, las de este color, de secado al aire, y pigmentadas con albayalde, que resultan adecuadas para conseguir la imprimación, repintado o acabado de las superficies de los materiales citados; o para la protección de maderas que, por su calidad, retengan con dificultad la película de pintura.

### 276.2 COMPOSICION

#### 276.2.1 Del pigmento

El pigmento no contendrá menos del noventa y nueve por ciento (99 %) de carbonato básico de plomo, de acuerdo con la Norma UNE 48042.

La materia soluble en agua del pigmento será inferior a ocho décimas por ciento (0,8 %).

#### 276.2.2 Del vehículo

El vehículo deberá cumplir las características de composición que se indican en la Tabla 276.1.

TABLA 276.1

COMPONENTE	% EN PESO	
	Mínimo	Máximo
Aceite de linaza (vehículo no volátil)	70,0	75,0
Disolvente volátil y secantes	25,0	30,0

El vehículo no volátil estará constituido por una mezcla de aceite de linaza crudo refinado, y «Standoil» de linaza.

Los tipos de aceite a emplear, y las cantidades en que deben mezclarse estos componentes del vehículo, serán los adecuados para que la pintura se aplique con facilidad a brocha, y cumpla las características de consistencia, absorción y reducción Kauri del vehículo supercentrifugado, que se indican en la Tabla 276.2.

El disolvente volátil estará constituido por aguarrás, gasolina o una mezcla de ambos. El secante estará conforme con la Norma INTA 16 15 02.

En la determinación de las características de la pintura, el agua no combinada que tuviera se incluirá en el vehículo volátil.

TABLA 276.2

CARACTERÍSTICAS	NORMA DE ENSAYO	LÍMITES	
		Mínimo	Máximo
Peso específico	MELC 12.72	2,35	—
Contenido de pigmento, en % del peso de la pintura	MELC 12.16	71	73
Agua no combinada, en % del peso de la pintura	MELC 12.81	—	1
Vehículo no volátil, en % del peso del vehículo total	MELC 12.05	70	75
Reducción Kauri del vehículo supercentrifugado, en % del vehículo no volátil	UNE 48072	225	—
Partículas gruesas y pieles, retenidas en el tamiz 0,050 UNE, en % del peso del pigmento	UNE 48030	—	2
Consistencia Krebs-Stormer, a 200 r.p.m. y 25° C:	MELC 12.74		
Gramos		175	375
Unidades Krebs		77	102
Tiempo de secado:	MELC 12.73		
Seco total, horas		—	18
Absorción en cm	MELC 12.80	—	2,5

## 276.3 CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DE LA PINTURA LIQUIDA

### 276.3.1 Color

La pintura tendrá color blanco.

### 276.3.2 Conservación en envase lleno

La pintura, en envase lleno y recientemente abierto, será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitada, no presentará coágulos, pieles, ni depósitos duros, de acuerdo con la Norma INTA 16 02 26.

### **276.3.3 Propiedades de aplicación**

La pintura se aplicará a brocha con facilidad; sin mostrar tendencia a descolgarse cuando se aplique a una superficie vertical de madera de pino, previamente imprimada con la misma pintura diluida con aceite de linaza crudo, de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

### **276.4 CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS DE LA PINTURA LIQUIDA**

La pintura líquida presentará las características cuantitativas que se indican en la Tabla 276.2.

### **276.5 CARACTERISTICAS DE LA PELICULA SECA DE PINTURA**

#### **276.5.1 Aspecto**

La película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, con marcas de brocha poco acentuadas, y el brillo característico de las pinturas al aceite.

#### **276.5.2 Reflectancia luminosa aparente (45° - 0°)**

Valor mínimo: setenta y cinco por ciento (75 %), de acuerdo con la Norma MELC 12.97.

#### **276.5.3 Color**

Blanco.

#### **276.5.4 Resistencia al envejecimiento artificial**

Al cabo de quinientas horas (500 h) de tratamiento, en la película de pintura no se producirá enyesado, cuarteamiento, ni cualquier otro defecto acusado de superficie. Solamente se admitirán discretas variaciones de color, y pérdidas de brillo.

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma MELC 12.94.

### **276.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de las pinturas de albayalde blancas se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte,

## 277 PINTURAS ROJAS PARA SUPERFICIES DE MADERA, HORMIGON Y MATERIALES PETREOS

### 277.1 DEFINICION

Se definen como pinturas rojas para superficies de madera, hormigón y materiales pétreos las de este color, de secado al aire, que resultan adecuadas para ser empleadas sobre las superficies de los citados materiales, previamente preparadas e imprimadas, a las que proporcionarán un acabado brillante.

Podrán ser aplicadas a brocha, o por pulverización a pistola. En este último caso, se les dará la consistencia precisa con aguarrás, gasolina ligera, o una mezcla de ambos.

### 277.2 COMPOSICION

#### 277.2.1 De la pintura

La pintura deberá presentar las características que se indican en la Tabla 277.1.

TABLA 277.1

COMPONENTE	NORMA DE ENSAYO	% EN PESO	
		Mínimo	Máximo
Pigmento	MELC 12.05	15	25
Vehículo fijo	MELC 12.05	30	40
Disolvente volátil	MELC 12.28	—	55
Total de sólidos	MELC 12.05	45	—

#### 277.2.2 Del pigmento

El pigmento estará constituido por rojo orgánico, dióxido de titanio y extendedor. Los fabricantes indicarán la naturaleza de este último, cuya proporción no deberá exceder del cinco por ciento (5 %) del peso de la pintura.

El pigmento rojo orgánico deberá ser de los tipos «rojo para» o «rojo de toluidina», de acuerdo con las Normas ASTM D-475-76 y ASTM D-656-49, respectivamente.

El dióxido de titanio será de tipo rutilo, no enyesable, de acuerdo con la Norma UNE 48178.

### **277.2.3 Del vehículo**

El vehículo estará constituido por una solución de resina gliceroftálica, de riqueza media en aceites, en la cantidad adecuada de disolvente volátil, gasolina, aguarrás o mezcla de ambos; y por los secantes, estabilizadores, y agentes antipiel necesarios.

La resina gliceroftálica, modificada por aceites vegetales, o por los ácidos grasos de estos aceites, deberá contener del veinticinco por ciento (25 %) al treinta por ciento (30 %) de anhídrido ftálico.

El secante será un compuesto a base de naftenatos, linoleatos, o mezcla de ambos; no permitiéndose el empleo de resinatos.

Podrán utilizarse otros diluyentes no tóxicos, distintos de la gasolina y el aguarrás, en proporción inferior al cinco por ciento (5 %).

## **277.3 CARACTERISTICAS CUALITATIVAS DE LA PINTURA LIQUIDA**

### **277.3.1 Conservación en envase lleno**

La pintura en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable por agitación con una espátula apropiada. Después de agitada no presentará coágulos, ni depósitos duros, ni tampoco se observará flotación de pigmentos, de acuerdo con la Norma INTA 16 02 26.

### **277.3.2 Estabilidad en envase lleno**

La pintura no aumentará su consistencia en más de diez (10) unidades Krebs, al cabo de seis (6) meses de permanecer almacenada en envase herméticamente cerrado, a temperatura ambiente; así como tampoco se formarán pieles, geles, ni depósitos duros. La pintura será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada.

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma MELC 12.77.

### **277.3.3 Estabilidad en envase parcialmente lleno**

No se formarán pieles al cabo de cuarenta y ocho horas (48 h). Transcurridos treinta días (30 d) no se formarán geles, ni depósitos duros; y la piel superficial que pudiera formarse será continua, y fácil de eliminar sin romperse. La pintura será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada.

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma MELC 12.77.

### **277.3.4 Aplicación a brocha**

La pintura se aplicará a brocha sin dificultad; poseerá buenas propiedades de nivelación de la superficie; y no tendrá tendencia a descolgarse, cuando se aplique sobre una superficie vertical de acero, con un rendimiento de diez metros cuadrados por litro de pintura (10 m<sup>2</sup>/l), de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

### 277.3.5 Aplicación por pulverización

Después de diluida la pintura con gasolina, en la proporción de un (1) volumen de disolvente por ocho (8) volúmenes de pintura, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola; sin que presente tendencia a descolgarse, ni cualquier otro defecto. La película seca de pintura producirá imágenes especulares claras y bien definidas.

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

### 277.4 CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS DE LA PINTURA LIQUIDA

La pintura presentará las características que se indican en la Tabla 277.2.

TABLA 277.2

CARACTERISTICAS	NORMA DE ENSAYO	L I M I T E S	
		Mínimo	Máximo
Contenido de agua, en % del peso de la pintura	MELC 12.81	—	1
Partículas y pieles retenidas en el tamiz 0,050 UNE, en % del peso del pigmento	UNE 48030	—	1
Consistencia Krebs-Stormer a 200 r.p.m y 25° C:	MELC 12.74		
Gramos		150	250
Unidades Krebs		74	89
Finura de molido: tamaño del grano, en micras ( $\mu$ )	MELC 12.78	—	15
Indice de opacidad	MELC 12.96	—	16
Tiempo de secado total (horas)	MELC 12.73	—	6

### 277.5 CARACTERISTICAS DE LA PINTURA SECA

#### 277.5.1 Aspecto

La película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, brillante, exento de granos y cualquier otra imperfección superficial; y no deberá formar cordel, ni presentar defectos de estructura, de acuerdo con la Norma MELC 12.40.

#### 277.5.2 Color

Sus coeficientes tricromáticos serán:

$$x = 0,631$$

$$y = 0,316$$

$$Y = 8,1 \%$$

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma UNE 48048.

### **277.5.3 Brillo especular a 60°, sin corrección por reflectancia difusa**

Valor mínimo: sesenta por ciento (60 %), de acuerdo con la Norma MELC 12.100.

### **277.5.4 Flexibilidad**

No se producirá agrietamiento, ni despegue de película, al doblar la probeta ensayada sobre un mandril de seis milímetros (6 mm) de diámetro, de acuerdo con la Norma MELC 12.93.

### **277.5.5 Adherencia**

Los bordes de las incisiones estarán bien definidos, no formándose dientes de sierra. No será fácil separar un trozo de película de pintura del soporte metálico al que ha sido aplicada.

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma MELC 12.92.

### **277.5.6 Resistencia a la inmersión en agua**

Examinada la probeta de ensayo, inmediatamente después de sacada del recipiente con agua destilada a una temperatura comprendida entre veintiún grados centígrados (21° C) y treinta y dos grados centígrados (32° C), donde habrá permanecido sumergida durante dieciséis horas (16 h), no se observarán ampollas ni arrugas en la película de pintura. En un nuevo examen de la probeta, dos horas (2 h) después de haber sido sacada del agua, solamente se admitirá un ligero blanqueamiento. Finalmente, a las veinticuatro horas (24 h) de secado al aire, el brillo de la película de pintura que estuvo sumergida será, como mínimo, el noventa por ciento (90 %) del valor que presente otra placa de comparación que no haya sido sumergida en agua. Así mismo, no se apreciará diferencia entre la dureza de la película de pintura de la placa sumergida y la de la placa de comparación.

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma UNE 48144.

### **277.5.7 Resistencia al envejecimiento artificial**

Al cabo de ciento sesenta y ocho horas (168 h) de tratamiento, en la película de pintura no se producirá enyesado, ni cuarteamiento, ni pérdida de brillo superior al treinta por ciento (30 %).

El cambio de color admisible deberá ser igual o inferior a cuatro (4) unidades en la variación de luminosidad, calculada por la expresión:

$$\Delta L = 10 (\sqrt{YA} - \sqrt{YD})$$

siendo YA e YD, respectivamente, las reflectancias luminosas direccionales (45°-0°), en tanto por ciento (%), de la película de pintura, antes y después de ser sometida al ensayo de envejecimiento.

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma MELC 12.94.

## **277.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de las pinturas rojas para superficie de madera, hormigón y materiales pétreos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **278 PINTURAS A EMPLEAR EN MARCAS VIALES REFLEXIVAS**

### **278.1 DEFINICION Y CLASIFICACION**

Se definen como pinturas a emplear en marcas viales reflexivas las que se utilizan para marcar líneas, palabras o símbolos que deban ser reflectantes, dibujados sobre el pavimento de la carretera.

Este Artículo se refiere a las pinturas de un solo componente, aplicadas en frío por el sistema de postmezclado.

Atendiendo a su color, estas pinturas se clasifican en:

Clase A, o de color amarillo.

Clase B, o de color blanco.

### **278.2 COMPOSICION**

La composición de estas pinturas queda libre a elección de los fabricantes, a los cuales se da un amplio margen en la selección de las materias primas y procedimientos de fabricación empleados, y siempre y cuando las pinturas acabadas cumplan las exigencias de este Artículo.

### **278.3 CARACTERISTICAS DE LA PINTURA LIQUIDA**

#### **278.3.1 Consistencia**

A veinticinco más menos dos décimas de grado centígrado ( $25^{\circ} \text{C} \pm 0,2^{\circ} \text{C}$ ) estará comprendida entre ochenta y cien (80 y 100) unidades Krebs. Esta determinación se realizará según la Norma MELC 12.74.

#### **278.3.2 Secado**

La película de pintura, aplicada con un aplicador fino, a un rendimiento equivalente a setecientos veinte gramos más menos el diez por ciento ( $720 \text{ g} \pm 10 \%$ ) por metro cuadrado y dejándola secar en posición horizontal a veinte más menos dos grados centígrados ( $20^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$ ) y sesenta más menos cinco por ciento ( $60 \% \pm 5 \%$ ) de humedad relativa, tendrá un tiempo máximo de secado «no pick-up» de treinta (30) minutos.

La superficie aplicada será, como mínimo, de cien centímetros cuadrados ( $100 \text{ cm}^2$ ).

Para comprobar que la pintura se ha aplicado al rendimiento indicado, se hará por diferencia de pesada de la probeta antes y después de la aplicación, utilizando una balanza con sensibilidad de cinco centésimas de gramo ( $\pm 0,05$  g). El tiempo entre la aplicación de la pintura y la pesada subsiguiente será el mínimo posible, y siempre inferior a treinta (30) segundos.

El tiempo de secado se determinará según la Norma MELC 12.71.

### **278.3.3 Materia fija**

Se determinará para comprobar que está dentro de un margen de tolerancia de dos ( $\pm 2$ ) unidades sobre la materia fija indicada por el fabricante como estándar para su pintura. Esta determinación se realizará según la Norma MELC 12.05.

### **278.3.4 Peso específico**

Se determinará para comprobar que está dentro de un margen de tolerancia del tres por ciento ( $\pm 3\%$ ) sobre el peso específico indicado por el fabricante como estándar para su pintura, según especifica la Norma MELC 12.72.

### **278.3.5 Color**

Las pinturas de clase A serán de color amarillo y las de la clase B blancas.

### **278.3.6 Conservación en el envase**

La pintura presentada para su homologación, al cabo de seis meses de la fecha de su recepción, habiendo estado almacenada en interior y en condiciones adecuadas, no mostrará una sedimentación excesiva en envase lleno, recientemente abierto, y será redispersada a un estado homogéneo por agitación con espátula apropiada. Después de agitada no presentará coágulos, pieles, depósitos duros ni separación de color.

### **278.3.7 Estabilidad**

Los ensayos de estabilidad se realizarán según la Norma MELC 12.77.

#### **278.3.7.1 En envase lleno**

No aumentará su consistencia en más de cinco (5) unidades Krebs al cabo de dieciocho (18) horas de permanecer en estufa a sesenta más menos dos grados centígrados y medio ( $60^\circ\text{C} \pm 2,5^\circ\text{C}$ ) en envase de holajata, de una capacidad aproximada de quinientos centímetros cúbicos ( $500\text{ cm}^3$ ), con una cámara de aire no superior a un centímetro (1 cm), herméticamente cerrado y en posición invertida para asegurar su estanquidad, así como tampoco se formarán coágulos ni depósitos duros.

#### **278.3.7.2 A la dilución**

La pintura permanecerá estable y homogénea, no originándose coagulaciones ni precipitados, cuando se diluya una muestra de ochenta y cinco centímetros cúbicos ( $85\text{ cm}^3$ ) de la misma con quince centímetros cúbicos ( $15\text{ cm}^3$ ) de toluol o del disolvente especificado por el fabricante, si explícitamente éste así lo indica.

### **278.3.8 Propiedades de aplicación**

Se aplicarán con facilidad por pulverización o por otros procedimientos mecánicos corrientemente empleados en la práctica, según la Norma MELC 12.03.

### **278.3.9 Resistencia al «sangrado» sobre superficies bituminosas**

La película de pintura aplicada por sistema aerográfico a un rendimiento equivalente a setecientos veinte gramos más menos el diez por ciento ( $720 \text{ g} \pm 10 \%$ ) por metro cuadrado, no experimentará por sangrado un cambio de color mayor que el indicado en el número 6 en la Referencia Fotográfica Estándar (ASTM D868-48).

Las placas de mástic asfáltico, al colocarlas en los moldes, se comprimirán a una presión de cien kilogramos fuerza por centímetro cuadrado ( $100 \text{ kgf/cm}^2$ ). Las placas así formadas se dejarán expuestas a la intemperie y en posición horizontal durante quince días como mínimo, para curar o envejecer. Antes de su utilización se dejarán secar y ambientar en interior cuarenta y ocho horas (48 h), como mínimo, a veinte grados centígrados ( $20^\circ \text{C}$ ).

La aplicación se hará tras haber cubierto una tercera parte de la placa con celofán firmemente adherido paralelamente a la arista de menor dimensión de la placa y haciendo el pintado en sentido también paralelo a dicha arista. Para facilitar la aplicación aerográfica se permite diluir la pintura, si hiciera falta, hasta un diez por ciento (10 %) con tolueno o el disolvente especificado por el fabricante. Estas placas así pintadas pueden servir también para el ensayo 278.4.7.

Para comprobar el rendimiento de pintura aplicada sobre la placa asfáltica, la aplicación se hará simultáneamente sobre ésta y sobre una probeta de acero de ciento cincuenta por setenta y cinco y por medio milímetro ( $150 \times 75 \times 0,5 \text{ mm}$ ), previamente tarada y colocada en el mismo plano, con la arista de mayor dimensión común a la arista también de mayor dimensión de dicha placa asfáltica. La probeta de acero se secará durante media (1/2) hora a ciento cinco más menos dos grados centígrados ( $105^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ ), y por diferencia de pesada se determinará la cantidad de película seca aplicada. Haciendo referencia a la materia fija determinada en 278.3.3 y a la superficie de la probeta de acero de ciento doce y medio centímetros cuadrados ( $112,5 \text{ cm}^2$ ), se calculará el rendimiento aplicado en peso por metro cuadrado ( $\text{m}^2$ ) de película húmeda. Todas las pesadas se realizarán en un balanza con sensibilidad de cinco centésimas de gramo ( $\pm 0,05 \text{ g}$ ).

La resistencia al «sangrado» se determinará según especifica la Norma MELC 12.84.

## **278.4 CARACTERISTICAS DE LA PELICULA SECA**

### **278.4.1 Aspecto**

La película de pintura aplicada según 278.3.2 y dejándola secar durante veinticuatro (24) horas a veinte más menos dos grados centígrados ( $20^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ ) y sesenta más menos el cinco por ciento ( $60 \% \pm 5 \%$ ) de humedad relativa, tendrá aspecto uniforme, sin granos ni desigualdades en el tono de color y con brillo satinado «cáscara de huevo».

### **278.4.2 Color**

La película de pintura aplicada según 278.3.2 y dejándola secar durante veinticuatro (24) horas a veinte más menos dos grados centígrados ( $20^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ ) y sesenta más menos cinco por ciento ( $60 \% \pm 5 \%$ ) de humedad relativa, igualará por comparación visual el

color de la pastilla B-502 para la pintura clase A, amarilla, y B-119 para la pintura clase B, blanca, de la Norma UNE 48103, con una tolerancia menor que la existente en el par de referencia número 3 de la escala Munsell de pares de grises, según la Norma ASTM D 2616-67. No se tomarán en cuenta las diferencias de brillo existentes entre la pintura a ensayar, la escala Munsell y la pastilla de color de la citada Norma UNE.

#### **278.4.3 Reflectancia luminosa aparente**

La reflectancia luminosa aparente de la pintura clase B, blanca, medida sobre fondo blanco en 278.4.4, no será menor de ochenta (80), según la Norma MELC 12.97.

#### **278.4.4 Poder cubriente de la película seca**

El poder cubriente se expresará en función de la relación de contraste de las respectivas pinturas, aplicadas a un rendimiento equivalente a doscientos gramos más menos el cinco por ciento ( $200 \text{ g} \pm 5 \%$ ) por metro cuadrado ( $\text{m}^2$ ).

La película de pintura se aplicará con aplicador fijo sobre carta Morest mantenida perfectamente plana mediante una placa de succión tipo Howard y al rendimiento indicado, dejando secar la pintura veinticuatro (24) horas a veinte más menos dos grados centígrados ( $20^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ ) y sesenta más menos el cinco por ciento ( $60 \% \pm 5 \%$ ) de humedad relativa. La superficie aplicada será como mínimo de cien centímetros cuadrados ( $100 \text{ cm}^2$ ).

La medición de la cantidad de pintura aplicada se hará según queda indicado en 278.3.2.

A las veinticuatro (24) horas de aplicación se determinarán las reflectancias aparentes de la pintura aplicada sobre fondo negro y sobre fondo blanco, expresándose la relación de contraste como el cociente de ambos:

$$R_c = \frac{R \text{ negro}}{R \text{ blanco}}$$

Los valores mínimos de la relación de contraste serán:

Pintura amarilla, clase A	0,90
Pintura blanca, clase B	0,95

Estas determinaciones se realizarán según la Norma MELC 12.96.

#### **278.4.5 Flexibilidad**

No se producirá agrietamiento ni despegue de la película sobre mandril de doce milímetros y medio (12,5 mm) examinando la parte doblada a simple vista, sin lente de aumento, realizando el ensayo de la forma siguiente:

Extender una película húmeda de pintura con un rendimiento de doscientos gramos más menos el cinco por ciento ( $200 \text{ g} \pm 5 \%$ ) por metro cuadrado, mediante un aplicador fijo (doctor Blade), sobre una probeta de hojalata previamente desengrasada de siete y medio por doce y medio centímetros ( $7,5 \times 12,5 \text{ cm}$ ), de diecinueve a veinticinco gramos por decímetro cuadrado ( $19-25 \text{ g/dm}^2$ ) y ligeramente frotada con lana de acero; dejar secar en posición horizontal durante dieciocho (18) horas a veinte más menos dos grados centígrados

(20° C ± 2° C), y después en estufa a cincuenta más menos dos grados centígrados y medio (50° C ± 2,5° C) durante dos (2) horas. Dejar enfriar a temperatura ambiente durante media (1/2) hora como mínimo y realizar el ensayo según la Norma MELC 12.93.

#### **278.4.6 Resistencia a la inmersión en agua**

Se aplicará la pintura con un aplicador fijo a un rendimiento equivalente a doscientos gramos más menos el cinco por ciento (200 g ± 5 %) por metro cuadrado, sobre placa de vidrio de diez por veinte centímetros (10 × 20 cm) previamente desengrasada. Se dejará secar la probeta en posición horizontal durante setenta y dos (72) horas a veinte más menos dos grados centígrados (20° C ± 2° C) y sesenta más menos cinco por ciento (60 % ± 5 %) de humedad relativa.

Examinada la probeta de ensayo inmediatamente después de sacada del recipiente con agua destilada a temperatura de veinte más menos dos grados centígrados (20° C ± 2° C), donde ha permanecido sumergida durante veinticuatro (24) horas, la película de pintura tendrá buena adherencia al soporte. En un nuevo examen de la probeta, dos (2) horas después de haber sido sacada del agua, solamente se admitirá una ligera pérdida de brillo, según la Norma MELC 12.91.

#### **278.4.7 Resistencia al envejecimiento artificial y a la acción de la luz**

Se aplicará la pintura por sistema aerográfico a un rendimiento equivalente a setecientos veinte gramos más menos el diez por ciento (720 g ± 10 %) por metro cuadrado, sobre probeta de mástic asfáltico de las mismas características que las usadas en 278.3.9, haciendo la aplicación y dejándola secar en posición horizontal durante setenta y dos (72) horas a veinte más menos dos grados centígrados (20° C ± 2° C) y sesenta más menos cinco por ciento (60 % ± 5 %) de humedad relativa. La pintura se aplicará sobre dos terceras partes de la superficie de la probeta asfáltica, pudiéndose emplear para este ensayo las mismas probetas que sirvieron para el ensayo 278.3.9.

Al cabo de ciento sesenta y ocho (168) horas de tratamiento de acuerdo con la Norma MELC 12.94, en la película de pintura no se producirán grietas, ampollas ni cambios apreciables de color, observada la probeta a simple vista, sin lente de aumento. Cualquier anomalía apreciada en el tercio de probeta no pintada anulará el ensayo y deberá repetirse.

El cambio de color después de las ciento sesenta y ocho (168) horas de tratamiento, será menor que la diferencia existente en el par de referencia número 2 de la escala Munsell de pares de grises, citada en ASTM 2616-67.

### **278.5 COEFICIENTE DE VALORACION**

Con los resultados obtenidos en los ensayos anteriores se establecerá una valoración final de acuerdo con 278.5.1 y 278.5.3.

#### **278.5.1 Diferenciación de los ensayos**

Los ensayos se dividen en dos grupos:

#### 278.5.1.1. Grupo «a».

Constituido por los ensayos relativos a características fundamentales, y que incluye los apartados:

278.3.2 Secado.

278.3.9 Resistencia al «sangrado» sobre superficies bituminosas.

278.4.2 Color.

278.4.3 Reflectancia luminosa aparente.

278.4.4 Poder cubriente de la película seca.

#### 278.5.1.2 Grupo «b».

Constituido por el resto de ensayos de este Artículo, y que incluye los apartados:

278.3.1 Consistencia.

278.3.3 Materia fija.

278.3.4 Peso específico.

278.3.6 Conservación en el envase.

278.3.7 Estabilidad.

278.3.7.1 En envase lleno.

278.3.7.2 A la dilución.

278.4.1 Aspecto.

278.4.5 Flexibilidad.

278.4.6 Resistencia a la inmersión en agua.

278.4.7 Resistencia al envejecimiento artificial y a la acción de la luz.

#### 278.5.2 Calificación de los ensayos

Los resultados que se obtengan en los ensayos correspondientes al grupo «a», se puntuarán de cero a tres (0 a 3), y en grupo «b» de cero a dos (0 a 2), según se indica en la Tabla 278.1.

#### 278.5.3 Coeficiente de valoración

Una vez calificados todos y cada uno de los ensayos aisladamente, se aplicará la siguiente fórmula:

$$W_1 = \frac{5}{3} \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \times \dots \times a_n} \left( \frac{b_1 + b_2 + \dots + b_m}{m} \right)$$

en la que:

$W_1$  = Valoración de los resultados obtenidos en laboratorio.

$n$  = Número de ensayos del grupo «a».

$m$  = Número de ensayos del grupo «b».

$a_1 \dots a_n$  = Calificación de cada uno de los ensayos del grupo «a».

$b_1 \dots b_m$  = Calificación de cada uno de los ensayos del grupo «b».

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá fijar el valor mínimo de este coeficiente.

#### **278.6 TOMA DE MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE LOS SUMINISTROS**

La toma de muestras para la realización de los ensayos indicados en este Artículo, se efectuará en el laboratorio oficial, por personal especializado del mismo, según Norma MELC 12.01, a partir de un envase completo remitido a dicho laboratorio para tal fin.

Dicho envase se remitirá al laboratorio oficial con la antelación suficiente a la iniciación de los trabajos para que, realizados los ensayos de identificación que se especifican en el Apartado 278.7, pueda darse la aprobación para iniciar el pintado, y si fueran negativos, y previa comunicación al fabricante de la pintura, se puedan repetir en presencia de éste, si así lo solicitara, y siempre a partir de una nueva muestra extraída del mismo envase original.

#### **278.7 ENSAYOS DE IDENTIFICACION**

Para la aprobación de los suministros se realizarán los siguientes ensayos de identificación: 278.3.1; 278.3.2; 278.3.3; 278.3.4; 278.3.5; 278.3.7; 278.4.1; 278.4.2; 278.4.3 y 278.4.4.

No obstante, el laboratorio oficial se reserva el derecho de realizar el resto de ensayos contenidos en este Artículo.

#### **278.8 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

TABLA 278.1

GRUPO	ENSAYOS	NORMA DE ENSAYO	VALOR EXIGIDO	CALIFICACION			
				0	1	2	3
a	278.3.2 Secado	MELC 12.71	< 30	> 60	60-31	30-20	< 20
	278.3.9 Sangrado	MELC 12.84	≥ 6	≤ 4	> 4 a < 6	≥ 6 a < 8	≥ 8
	278.4.2 Color	ASTM D 2616-67	< 3 Munsell	≥ 4	≥ 3 a < 4	< 3 a ≥ 2	< 2
	278.4.3 Reflectancia	MELC 12.97	≥ 80	< 75	75-79	80-85	> 85
	278.4.4 Poder cubriente						
	P. Amarilla	MELC 12.96	≥ 0,90	< 0,88	0,88-0,89	0,90-0,92	> 0,92
P. Blanca	MELC 12.96	≥ 0,95	< 0,93	0,93-0,94	0,95-0,97	> 0,97	
b	278.3.1 Consistencia	MELC 12.74	80-100 U. K.	< 75 ó > 105	75-79 y 101-105	80-100	—
	278.3.3 Materia fija	MELC 12.05	± 2 Unidades	> ± 3	> ± 2 a ≤ ± 3	≤ ± 2	—
	278.3.4 Peso específico	MELC 12.72		> ± 5	> ± 3 a ≤ ± 5	≤ ± 3	—
	278.3.6 Conservación envase		BUENO	MARCADO DEFECTO	PEQUEÑO DEFECTO	BUENA	—
	278.3.7.1 Estabilidad envase	MELC 12.77	≤ 5 U. K.	> 7	6-7	≤ 5	—
	278.3.7.2 Estabilidad dilución	MELC 12.77	≥ 15 %	< 10	10-14	≥ 15	—
	278.4.1 Aspecto		BUENO	MARCADO DEFECTO	PEQUEÑO DEFECTO	BUENO	—
	278.4.5 Flexibilidad	MELC 12.93	BUENA	MARCADO DEFECTO	PEQUEÑO DEFECTO	BUENA	—
	278.4.6 Resistencia inmersión en agua	MELC 12.91	BUENA	MARCADO DEFECTO	MARCADO DEFECTO	BUENA	—
	278.4.7 Envejecimiento artificial		BUENO	MARCADO DEFECTO	PEQUEÑO DEFECTO	BUENO	—

## 279 PINTURAS PARA IMPRIMACION ANTICORROSIVA DE SUPERFICIES DE MATERIALES FERREOS A EMPLEAR EN SEÑALES DE CIRCULACION

### 279.1 DEFINICION

Se definen como pinturas para imprimación anticorrosiva de superficies de materiales féreos a emplear en señales de circulación, las de secado al aire o en estufa, adecuadas para ser empleadas como primera capa de protección de sus partes metálicas convenientemente preparadas.

### 279.2 COMPOSICION

#### 279.2.1 Del pigmento

El pigmento extraído al analizar la pintura tendrá las características que se indican en la Tabla 279.1.

TABLA 279.1

C O M P O N E N T E	% E N P E S O	
	Mínimo	Máximo
Oxido de hierro	50	—
Amarillo de cinc	10	—
Oxido de cinc	10	15
Extendedores de naturaleza silícea	—	30
Suma de los tantos por ciento (%) de óxido de hierro, amarillo de cinc, óxido de cinc y materia silícea insoluble en ácidos	90	—

Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con la Norma MELC 12.21.

#### 279.2.2 Del vehículo

El vehículo de la pintura será un barniz de tipo gliceroftálico, constituido por una resina gliceroftálica modificada con aceites vegetales y las cantidades necesarias de secantes, disolventes y diluyentes. Estará exento de colofonia y sus derivados, así como también

de resinas fenólicas; y deberá contener las cantidades adecuadas de antioxidantes y agentes humectantes para cumplir las exigencias de las presentes Prescripciones.

### **279.3 CARACTERISTICAS CUALITATIVAS DE LA PINTURA LIQUIDA**

#### **279.3.1 Conservación en envase lleno**

La pintura en envase lleno y recientemente abierto será fácilmente homogeneizable, por agitación con una espátula apropiada. Después de agitada no presentará coágulos, pieles, depósitos duros, ni separación de color; ni tampoco se observará flotación de pigmentos. Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma INTA 16 02 26.

#### **279.3.2 Estabilidad en envase lleno**

La pintura no aumentará su consistencia en más de diez (10) unidades Krebs, al cabo de seis (6) meses de permanecer almacenada en envase herméticamente cerrado, a temperatura ambiente; así como tampoco se formarán pieles, geles, coágulos ni depósitos duros, según la Norma MELC 12.77.

#### **279.3.3 Estabilidad en envase parcialmente lleno**

No se formarán pieles al cabo de cuarenta y ocho (48) horas, de acuerdo con la Norma MELC 12.77.

#### **279.3.4 Estabilidad a la dilución**

La pintura permanecerá estable y homogénea al diluir cinco (5) partes, en volumen, de pintura con una (1) parte, en volumen, de gasolina, de acuerdo con la Norma MELC 12.77.

#### **279.3.5 Aplicación a brocha**

La pintura se aplicará a brocha sin dificultad; poseerá buenas propiedades de nivelación de la superficie; y no tendrá tendencia a descolgarse, cuando se aplique sobre una superficie vertical de acero, con un rendimiento de diez metros cuadrados por litro de esmalte (10 m<sup>2</sup>/l), de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

#### **279.3.6 Aplicación por pulverización**

Después de diluida la pintura con gasolina, en la proporción de quince (15) volúmenes de disolvente por ochenta y cinco (85) volúmenes de pintura, se podrá pulverizar satisfactoriamente con pistola, sin que presente tendencia a descolgarse, ni a la formación de «pieles de naranja» o cualquier otro defecto, según la Norma MELC 12.03.

#### **279.3.7 Toxicidad**

La pintura no contendrá bencol, derivados clorados, ni cualquier otro disolvente de reconocida toxicidad.

### **279.3.8 Aplicabilidad de la segunda mano de pintura**

El brillo especular a sesenta grados centígrados (60° C), determinado sobre una película seca de esmalte, superpuesta a la pintura de imprimación, no será inferior al noventa por ciento (90 %) del brillo determinado en la película seca del mismo esmalte, aplicada directamente sobre el vidrio. La película de esmalte aplicada sobre la imprimación deberá reflejar imágenes especulares claras y bien definidas.

Después de transcurrido un intervalo de tiempo de cuarenta y ocho horas (48 h) será difícil separar el esmalte de la imprimación utilizando una cuchilla afilada; y el sistema no se mostrará quebradizo o con falta de adherencia. Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con la Norma MELC 12.03.

### **279.4 CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS DE LA PINTURA LIQUIDA**

La pintura líquida presentará las características cuantitativas que se indican en la Tabla 279.2.

TABLA 279.2

CARACTERISTICAS	NORMA DE ENSAYO	L I M I T E S	
		Mínimo	Máximo
Contenido de pigmento, en % del peso de la pintura	MELC 12.21	40	45
Vehículo no volátil, en % del peso del vehículo total	MELC 12.05	40	—
Anhídrido ftálico, en % del peso del vehículo no volátil	MELC 12.56	30	—
Acidos grasos, en % del peso del vehículo no volátil	MELC 12.55	48	—
Materia insaponificable, en % del peso del vehículo no volátil	UNE 48014	—	1,0
Agua no combinada, en % del peso de la pintura	MELC 12.81	—	1,0
Partículas gruesas y pieles, retenidas en el tamiz 0,050 UNE, en % del peso del pigmento	UNE 48030	—	1,0
Consistencia Krebs-Stormer a 200 r.p.m y 25° C:	MELC 12.74		
Gramos		125	175
Unidades Krebs		67	77
Consistencia, copa Ford núm. 4 (después de diluida la pintura con gasolina en la proporción de quince (15) volúmenes de disolvente para ochenta y cinco (85) volúmenes de pintura), segundos	MELC 12.75	1	25
Tiempo de secado:	MELC 12.73		
Secado al aire:			
Secado al tacto, horas		1/3	2
Secado total, horas		—	18
Secado duro, horas		—	72
Secado en estufa:			
Tiempo que ha de mantenerse en estufa a 120° una película de pintura para su endurecimiento, minutos		—	45
Finura de molido: tamaño del grano, en micras	MELC 12.78	—	40

## **279.5 CARACTERISTICAS DE LA PELICULA SECA DE PINTURA**

### **279.5.1 Aspecto**

La película seca de pintura presentará un aspecto uniforme, exento de granos y de cualquier otra imperfección superficial, de acuerdo con la Norma MELC 12.40.

### **279.5.2 Brillo especular a sesenta grados (60°)**

Valor mínimo: Cinco por ciento (5 %).

Valor máximo: Treinta por ciento (30 %).

Esta determinación se realizará de acuerdo con la Norma MELC 12.100.

### **279.5.3 Flexibilidad**

No se producirá agrietamiento, ni despegue de película, al doblar la probeta ensayada sobre un mandril de seis milímetros y medio (6,5 mm) de diámetro.

### **279.5.4 Adherencia**

Los bordes de las incisiones estarán bien definidos, no formando dientes de sierra. No será fácil separar un trozo de película de pintura del soporte metálico al que ha sido aplicado, según la Norma MELC 12.92.

### **279.5.5 Resistencia a la inmersión en agua**

Examinada la probeta de ensayo inmediatamente después de sacada del recipiente con agua destilada, donde habrá permanecido sumergida durante dieciocho horas (18 h), en la película de pintura no se observarán ampollas ni arrugas, y solamente será permisible un ligero blanqueamiento. En un nuevo examen de la probeta, dos horas (2 h) después de haber sido sacada del agua y dejada secar al aire, la película de pintura no mostrará más que un ligero matizado y reblandecimiento. Finalmente, a las veinticuatro horas (24 h) de secado al aire, la película deberá tender a recuperar su dureza y rigidez primitivas. Estas determinaciones se realizarán de acuerdo con la Norma UNE 48144.

### **279.5.6 Resistencia a la intemperie**

No se observarán pérdidas en las propiedades protectoras de la pintura al cabo de seis (6) meses de exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma MELC 12.107.

## **279.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## 280 AGUA A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas que la práctica haya sancionado como aceptables.

En los casos en que no se posean antecedentes de uso, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que su empleo no altera de forma importante las propiedades de los morteros u hormigones con ellas fabricados, se rechazarán todas las que tengan un pH inferior a cinco (5); las que posean un total de sustancias disueltas superior a los quince (15) gramos por litro (15.000 p. p. m.); aquellas cuyo contenido en sulfatos, expresado en  $\text{SO}_4$  rebase un (1) gramo por litro (1.000 p. p. m.); las que contengan ión cloro en proporción superior a seis (6) gramos por litro (6.000 p. p. m.); las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, y finalmente, las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a quince (15) gramos por litro (15.000 p. p. m.).

La toma de muestras y los análisis anteriormente prescritos deberán realizarse de acuerdo con los métodos de ensayo UNE 7130, UNE 7131, UNE 7132, UNE 7178, UNE 7234, UNE 7235 y UNE 7236.

Cuando se trate de morteros u hormigones en masa, y previa autorización del Director de las obras, el límite anteriormente indicado para el ión cloro, de seis (6) gramos por litro, podrá elevarse a dieciocho (18) gramos por litro, y, análogamente, el límite de ión sulfato, de un (1) gramo, podrá elevarse a cinco (5) gramos por litro, en aquellos morteros u hormigones cuyo conglomerante sea resistente al yeso.

Previa autorización del Director, y exclusivamente en el caso de morteros u hormigones no armados, podrá emplearse en el amasado, pero no en el curado, el agua de mar.

## **281 AIREANTES A EMPLEAR EN HORMIGONES**

### **281.1 DEFINICION**

Se definen como aireantes a emplear en hormigones los productos que, durante el amasado, originan multitud de pequeñas burbujas de aire o gas, en general de tamaño comprendido entre diez (10) y mil (1.000) micras, que quedan en el interior de la masa una vez endurecida.

### **281.2 CONDICIONES GENERALES**

La aceptación de un producto aireante, así como su empleo, será decidida por el Director de las obras a la vista de los resultados de los ensayos previos cuya realización ordene.

No podrá autorizarse el empleo de estos productos si no se cumplen las condiciones siguientes:

- El porcentaje de exudación de agua del hormigón aireado no excederá del sesenta y cinco por ciento (65 %) de la exudación que produce el mismo hormigón sin airear.
- El hormigón aireado deberá presentar una resistencia característica superior al ochenta por ciento (80 %) de la que presenta un hormigón análogo, pero sin airear.
- En ningún caso la proporción de aireante excederá del cuatro por ciento (4 %), en peso, del cemento utilizado en el hormigón.
- No se emplearán agentes aireantes con hormigones excesivamente fluidos.
- La proporción de aire debe ser controlada de manera regular en obra.
- Estará prohibida la mezcla con otro tipo de aditivos sin la previa autorización del Director.

### **281.3 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## 282 CLORURO CALCICO

### 282.1 DEFINICION

Se define como cloruro cálcico el producto comercial, en escamas o granulado, que satisface las condiciones que se señalan en el presente Artículo.

### 282.2 COMPOSICION QUIMICA

Si el producto se encuentra granulado, tendrá la siguiente composición química, expresada en porcentaje con relación al peso:

— Cloruro cálcico, mínimo .....	94,0
— Total de cloruros alcalinos, máximo .....	5,0
— Impurezas, incluyendo cloruro magnésico y agua, máximo .....	1,0

Análogamente, si el producto se encuentra en escamas, tendrá la siguiente composición química:

— Cloruro cálcico, mínimo .....	77,0
— Total de cloruros alcalinos, máximo .....	2,0
— Impurezas, máximo .....	0,5
— Magnesio, expresado en cloruro magnésico, máximo .....	2,0
— Agua, máximo .....	10,5

### 282.3 COMPOSICION GRANULOMETRICA

La curva granulométrica del cloruro cálcico estará comprendida dentro de los siguientes límites:

Cedazos y tamices UNE	Cernido ponderal acumulado %	
	En escamas	Granulado
10	100	100
6,3	80-100	95-100
0,80	0-10	0-10

#### **282.4 ENVASADO**

El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra alteración.

Deberá rechazarse si, en el momento de abrir el recipiente que lo contiene, aparece en estado aglomerado.

#### **282.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## **283 PLASTIFICANTES A EMPLEAR EN HORMIGONES**

### **283.1 DEFINICION**

Se definen como plastificantes a emplear en hormigones, los productos que se añaden durante el amasado, con el fin de poder reducir la cantidad de agua correspondiente a la consistencia deseada.

### **283.2 CONDICIONES GENERALES**

La aceptación de un producto plastificante, así como su empleo, será decidida por el Director de las obras a la vista de los resultados de los ensayos previos cuya realización ordene, especialmente en el caso de hormigones curados al vapor.

### **283.3 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## **284 COLORANTES A EMPLEAR EN HORMIGONES**

### **284.1 DEFINICION**

Se definen como colorantes a emplear en hormigones, las sustancias que se incorporan a su masa para darle color.

### **284.2 CONDICIONES GENERALES**

La aceptación de un producto colorante, así como su empleo, será decidida por el Director de las obras, a la vista de los resultados de los ensayos previos cuya realización ordene.

El producto colorante, para poder ser empleado, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proporcionar al hormigón una coloración uniforme.
- Ser insoluble en agua.
- Ser estable a los agentes atmosféricos.
- Ser estable ante la cal y álcalis del cemento.
- No alterar apreciablemente el proceso de fraguado y endurecimiento, la estabilidad de volumen ni las resistencias mecánicas del hormigón con él fabricado.

### **284.3 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## 285 PRODUCTOS FILMOGENOS DE CURADO

### 285.1 DEFINICION

Se definen como productos filmógenos de curado los aptos para su aplicación sobre superficies horizontales y verticales de hormigón con objeto de retardar la pérdida de agua durante su primer período de endurecimiento y reducir, al mismo tiempo, la elevación de temperatura en el hormigón expuesto a los rayos solares. Los productos comprendidos bajo esta definición son aptos para ser usados como medio de curado del hormigón fresco, y pueden ser también utilizados para un posterior curado del hormigón después del desencofrado o de un curado húmedo inicial.

### 285.2 CARACTERISTICAS

Los productos filmógenos de curado constarán de un pigmento blanco finamente dividido y un vehículo, ya mezclados para su inmediata utilización sin alteración. El producto presentará un aspecto blanco o metálico uniforme cuando sea aplicado uniformemente a una superficie de hormigón nuevo en la dosificación especificada.

El producto filmógeno de curado será de una consistencia tal que pueda ser fácilmente aplicado por medio de un pulverizador en una capa uniforme, a una temperatura superior a cuatro grados centígrados (4° C).

El producto deberá adherirse al hormigón fresco que haya fraguado o endurecido en un grado suficiente para no sufrir deterioros durante su aplicación, y también al hormigón húmedo endurecido, y deberá formar una película continua cuando se aplique en la dosis especificada. Una vez seca, la película formada deberá ser continua, flexible, y sin roturas o agujeros visibles, y deberá permanecer intacta al menos siete días (7 d) después de su aplicación. El producto líquido filmógeno pigmentado no deberá reaccionar perjudicialmente con el hormigón; en particular, con el agua y los iones de calcio.

El producto filmógeno de curado deberá poder ser almacenado sin deterioro durante seis (6) meses como mínimo. El producto no deberá sedimentarse ni formar costras en el recipiente, y deberá ser capaz de adquirir una consistencia uniforme después de ser batido moderadamente o agitado con aire comprimido. Al ser ensayada su sedimentación a largo plazo, según el método ASTM D 1309, el producto tendrá una razón de sedimentación no inferior a cuatro (4).

La composición e ingredientes de los productos deberán cumplir con las dos limitaciones siguientes:

- La porción volátil del producto será un material no tóxico ni peligrosamente inflamable.

- La porción volátil contendrá ceras naturales o de petróleo, o bien resinas. El contenido de sustancias no volátiles se ensayará de acuerdo con la Norma ASTM D 1644, método A.

El producto, ensayado según la Norma ASTM C 156, no tendrá una pérdida de agua superior a cincuenta y cinco miligramos por centímetro cuadrado de superficie ( $0,055 \text{ g/cm}^2$ ) en setenta y dos (72) horas.

El producto, ensayado según la Norma ASTM E 97, tendrá un poder reflectante de la luz natural no inferior al sesenta por ciento (60 %) del dióxido de magnesio.

El producto, ensayado según el método que se indica más adelante, aparecerá seco al tacto en menos de cuatro (4) horas. Para ello se aplicará el producto a un tablero impermeable, en la dosis especificada, y se expondrá a una corriente de aire a temperatura de veintitrés más menos un grado y siete décimas de grado centígrado ( $23^\circ \text{ C} \pm 1,7^\circ \text{ C}$ ), cincuenta y cinco más menos cinco por ciento ( $55 \% \pm 5 \%$ ) de humedad relativa y a una velocidad aproximada de tres metros por segundo (3 m/seg), recorriendo horizontalmente la superficie del tablero de ensayo. Se ensayará la película formada ejerciendo una presión moderada con un dedo. La película se considerará seca cuando no subsista el estado inicial de blandura y viscosidad y la película se mantenga firme.

Después de doce (12) horas de ser aplicado, el producto no permanecerá viscoso, ni se adherirá al calzado dejando huella cuando se camine sobre él, ni tampoco proporcionará una superficie deslizante al hormigón.

### **285.3 LIMITACIONES DE EMPLEO**

No se utilizará ningún tipo de productos filmógenos de curado sin la aprobación previa y expresa del Director de las obras.

### **285.4 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## 286 MADERA

### 286.1 CONDICIONES GENERALES

La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados, demás medios auxiliares y carpintería de armar, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante no menos de dos (2) años.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas, o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas, y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad, sin excentricidad de corazón ni entrecorteza.
- Dar sonido claro por percusión.

### 286.2 FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible riesgo de accidentes.

La madera de construcción escuadrada será madera de sierra, de aristas vivas y llenas.

### 286.3 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## **287 POLIESTIRENO EXPANDIDO**

### **287.1 CONDICIONES GENERALES**

El poliestireno expandido empleado en planchas, para la realización de juntas, cumplirá las siguientes condiciones:

Las planchas no deberán deformarse ni romperse por el manejo ordinario a la intemperie, ni volverse quebradizas en tiempo frío, rechazándose las que aparezcan deterioradas.

Las dimensiones de las planchas se ajustarán a las que figuran en los Planos, admitiéndose las tolerancias siguientes en más y en menos: dos milímetros ( $\pm 2$  mm) en el espesor, tres milímetros ( $\pm 3$  mm) en altura y seis milímetros ( $\pm 6$  mm) en la longitud.

### **287.2 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## 288 CLORURO SODICO

### 288.1 DEFINICION

Se define como cloruro sódico el producto comercial que satisface las condiciones que se señalan en el presente Artículo.

### 288.2 COMPOSICION QUIMICA

El producto tendrá la siguiente composición química:

Cloruro sódico, mínimo ..... 97 %

### 288.3 COMPOSICION GRANULOMETRICA

La curva granulométrica del cloruro sódico estará comprendida dentro de los siguientes límites:

Cedazos y tamices UNE	Cernido ponderal acumulado %
6,3	80-100
2,5	5-50
0,63	0-10

### 288.4 ENVASADO

El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra alteración.

### 288.5 MEDICION Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## **289 MICROESFERAS DE VIDRIO A EMPLEAR EN MARCAS VIALES REFLEXIVAS**

### **289.1 DEFINICION**

Las microesferas de vidrio se definen a continuación por las características que deben reunir para que puedan emplearse en la pintura de marcas viales reflexivas, por el sistema de postmezclado, en la señalización horizontal de carreteras.

### **289.2 CARACTERISTICAS**

#### **289.2.1 Naturaleza**

Estarán hechas de vidrio transparente y sin color apreciable, y serán de tal naturaleza que permitan su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura.

#### **289.2.2 Microesferas de vidrio defectuosas**

La cantidad máxima admisible de microesferas defectuosas será del veinte por ciento (20 %), según la Norma MELC 12.30.

#### **289.2.3 Índice de refracción**

El índice de refracción de las microesferas de vidrio no será inferior a uno y medio (1,50), determinado según la Norma MELC 12.31.

#### **289.2.4 Resistencia a agentes químicos**

Las microesferas de vidrio no presentarán alteración superficial apreciable después de los respectivos tratamientos con agua, ácido y cloruro cálcico.

##### **289.2.4.1 Resistencia al agua**

Se empleará para el ensayo agua destilada.

La valoración se hará con ácido clorhídrico 0,1 N. La diferencia de ácido consumido, entre la valoración del ensayo y la de la prueba en blanco, será como máximo de cuatro centímetros cúbicos y medio (4,5 cc).

#### 289.2.4.2 Resistencia a los ácidos

La solución ácida a emplear para el ensayo contendrá seis gramos (6 g) de ácido acético glacial y veinte gramos y cuatro décimas (20,4 g) de acetato sódico cristalizado por litro, con lo que se obtiene un pH de cinco (5). De esta solución se emplearán en el ensayo cien centímetros cúbicos (100 cc).

#### 289.2.4.3 Resistencia a la solución IN de cloruro cálcico

Después de tres horas (3 h) de inmersión en una solución IN de cloruro cálcico, a veintiún grados centígrados (21° C), las microesferas de vidrio no presentarán alteración superficial apreciable.

#### 289.2.5 Granulometría

La granulometría de las microesferas de vidrio de una muestra, tomada según Norma MELC 12.32 y utilizando tamices según la Norma UNE 7050, estará comprendida entre los límites siguientes:

Tamiz UNE	% en peso que pasa
0,80	100
0,63	95-100
0,50	90-100
0,32	30-70
0,125	0-50

#### 289.2.6 Propiedades de aplicación

Cuando se apliquen las microesferas de vidrio sobre la pintura, para convertirla en reflexiva por el sistema de postmezclado, con unas dosificaciones aproximadas de cuatrocientos ochenta gramos por metro cuadrado (0,480 kg/m<sup>2</sup>) de microesferas y setecientos veinte gramos por metro cuadrado (0,720 kg/m<sup>2</sup>) de pintura, las microesferas de vidrio fluirán libremente de la máquina dosificadora y la retrorreflexión deberá ser satisfactoria para la señalización de marcas viales en carretera.

#### 289.3 TOMA DE MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE LOS SUMINISTROS

La toma de muestras, realizadas según la Norma MELC 12.32, para la realización de los ensayos indicados en este Artículo, se efectuará por personal especializado del laboratorio oficial.

Dicha muestra será obtenida por el laboratorio oficial con la antelación suficiente a la iniciación de los trabajos para que, realizados los ensayos de identificación pertinentes, pueda darse la aprobación, y si fueran negativos, y previa comunicación al fabricante o distribuidor de las microesferas, se puedan repetir en presencia de éste, si así lo solicitara, y siempre a partir de una nueva muestra obtenida siguiendo las indicaciones de la Norma MELC 12.32.

#### **289.4 ENSAYOS DE IDENTIFICACION**

Para la aprobación de los suministros se realizarán los siguientes ensayos de identificación: 289.2.2, 289.2.3 y 289.2.5, si bien el laboratorio oficial se reserva el derecho de realizar el resto de los ensayos contenidos en este Artículo.

#### **289.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

## **300 DESBROCE DEL TERRENO**

### **300.1 DEFINICION**

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable a juicio del Director de las obras.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirada de los materiales objeto de desbroce.

### **300.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **300.2.1 Remoción de los materiales de desbroce**

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará que los que han de derribarse caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza. Cuando sea preciso evitar daños a otros árboles, al tráfico, o a construcciones próximas, los árboles se irán troceando por su copa y tronco progresivamente. Si para proteger estos árboles, u otra vegetación destinada a permanecer en su sitio, se precisa levantar vallas o utilizar cualquier otro medio, los trabajos correspondientes se ajustarán a lo que sobre el particular ordene el Director.

Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la rasante de excavación ni menor de quince centímetros (15 cm) bajo la superficie natural del terreno.

Fuera de la explanación los tocones podrán dejarse cortados al ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones que, al respecto, dé el Director.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados; luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Administración, separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. El Contratista no estará obligado a trocear la madera a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

### **300.2.2 Retirada de los materiales objeto de desbroce**

Todos los subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene el Director.

Los restantes materiales serán eliminados o utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Director.

### **300.3 MEDICION Y ABONO**

El desbroce del terreno se abonará de acuerdo con lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si en dicho Pliego no se hace referencia al abono de esta unidad, se entenderá que está comprendida en las de excavación y, por tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

## **301 DEMOLICIONES**

### **301.1 DEFINICION**

Consisten en el derribo de todas las construcciones que obstaculicen la obra o que sea necesario hacer desaparecer para dar por terminada la ejecución de la misma.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo de construcciones.
- Retirada de los materiales de derribo.

### **301.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **301.2.1 Derribo de construcciones**

Las operaciones de derribo se efectuarán, con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de las obras, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

#### **301.2.2 Retirada de los materiales de derribo**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director suministrarán una información completa sobre el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones que sea preciso ejecutar.

Los materiales de derribo que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el Director.

### **301.3 MEDICION Y ABONO**

Las demoliciones se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de volumen exterior demolido, hueco y macizo, realmente ejecutados en obra, en el caso de demolición de edificaciones; y por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente demolidos y retirados de su emplazamiento, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de comenzar la demolición, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizar la misma, en el caso de demolición de macizos.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se hace referencia alguna a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendido en las de excavación, y, por tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

## **302 ESCARIFICACION Y COMPACTACION**

### **302.1 DEFINICION**

Consiste en la disgregación de la superficie del terreno, efectuada por medios mecánicos, y su posterior compactación. Estas operaciones se realizarán una vez efectuadas las de desbroce y/o retirada de la tierra vegetal.

### **302.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **302.2.1 Escarificación**

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que se estipulen en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o que, en su defecto, señale el Director de las obras, hasta un límite máximo de veinticinco centímetros (25 cm).

#### **302.2.2 Compactación**

La compactación de los materiales escarificados se realizará con arreglo a lo especificado en el Artículo 330, «Terraplenes». La densidad a obtener será igual a la exigible en la zona de terraplén de que se trate.

### **302.3 MEDICION Y ABONO**

La escarificación y compactación del terreno se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, medidos sobre el terreno.

## **303 ESCARIFICACION Y COMPACTACION DEL FIRME EXISTENTE**

### **303.1 DEFINICIÓN**

Consiste en la disgregación del firme existente, efectuada por medios mecánicos, eventual retirada o adición de materiales y posterior compactación de la capa así obtenida.

No se considerarán incluidas en esta unidad las operaciones de demolición del firme existente y posterior retirada total de los materiales que lo constituyen.

### **303.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **303.2.1 Escarificación**

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que se estipule en los Planos y Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares o que, en su defecto, señale el Director de las obras.

#### **303.2.2 Retirada de productos**

Los productos removidos no aprovechables se transportarán a vertedero. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, las señaladas por el Director.

#### **303.2.3 Adición de nuevos materiales y compactación**

Serán de aplicación las prescripciones relativas a la unidad de obra correspondiente contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **303.3 MEDICION Y ABONO**

Salvo que figure expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la escarificación y compactación del firme existente no se abonará, considerándose incluida en la unidad correspondiente de firmes o explanaciones.

## **304 PRUEBA CON SUPERCOMPACTADOR**

### **304.1 DEFINICION**

Se define como prueba con supercompactador al paso de un supercompactador el número de veces que se especifique sobre la superficie a comprobar, buscando la localización de áreas inestables y la compactación adicional de las capas situadas bajo aquéllas.

### **304.2 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

El supercompactador se compondrá de una estructura rígida de acero, montada sobre neumáticos, que pueda cargar un peso bruto de más de cincuenta toneladas (50 t), y cuyo sistema de suspensión permita que cada neumático soporte aproximadamente la misma carga, aun cuando actúen sobre superficies irregulares.

Los neumáticos deberán ser aptos para trabajar con presiones de inflado de hasta diez kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (10 kgf/cm<sup>2</sup>), y se llenarán parcialmente de líquido para reducir el peligro de eventuales reventones.

### **304.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

De acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de las obras, se ajustará la carga del supercompactador y la presión de inflado de sus neumáticos con objeto de obtener la presión de contacto deseada.

El supercompactador deberá manejarse de forma sistemática, de manera que sea fácilmente controlable el número de coberturas o pases previamente definido a la velocidad que se señale, la cual, en principio, estará comprendida entre cuatro kilómetros por hora (4 km/h) y ocho kilómetros por hora (8 km/h).

Cuando el paso del supercompactador señale la presencia de zonas inestables, debe corregirse la falta de estabilidad mediante una compactación adicional, precedida o no de una escarificación, según convenga; o por remoción de los materiales no aptos, sustitución de dichos materiales por otros idóneos y su posterior compactación. La superficie reparada deberá volver a comprobarse, corrigiendo las irregularidades que se presenten hasta alcanzar las tolerancias establecidas.

### **304.4 MEDICION Y ABONO**

Las pruebas con supercompactador se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente comprobados, medidos en el terreno.

Las obras de fábrica dañadas durante las pruebas con supercompactadores se reconstruirán a expensas del Contratista.

## **320 EXCAVACION DE LA EXPLANACION Y PRESTAMOS**

### **320.1 DEFINICION**

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la carretera, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos previstos o autorizados que puedan necesitarse; y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Se incluye en esta unidad la ampliación de las trincheras y/o la mejora de taludes en los desmontes, ordenadas por el Director de las obras, en lugar de la excavación de préstamos o además de ellos, y la excavación adicional en suelos inadecuados. Los préstamos previstos consisten en las excavaciones de préstamos indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o dispuestos por la Administración, en las que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal para tales excavaciones. Los préstamos autorizados consisten en las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y autorizados por el Director, por cuyo conducto el Contratista obtendrá la autorización legal para tales excavaciones.

### **320.2 CLASIFICACION DE LAS EXCAVACIONES**

En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se indicará, explícitamente, si la excavación ha de ser clasificada o no clasificada.

En el caso de excavación clasificada, se considerarán los tipos siguientes:

- Excavación en roca. Comprenderá la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y la de todos aquellos materiales que presenten características de roca maciza, cementados tan sólidamente, que únicamente puedan ser excavados utilizando explosivos.
- Excavación en terreno de tránsito. Comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactas, y todos aquellos en que para su excavación no sea necesario el empleo de explosivos y sea precisa la utilización de escarificadores profundos y pesados.
- Excavación en tierra. Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en los apartados anteriores.

Si se utiliza el sistema de excavación clasificada, el Director determinará durante la ejecución, y notificará por escrito al Contratista, las unidades que corresponden a excavación en roca, excavación en terreno de tránsito o excavación en tierra; teniendo en cuenta para ello las definiciones anteriores.

### **320.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **320.3.1 Generalidades**

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y a lo que sobre el particular ordene el Director.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

#### **320.3.2 Drenaje**

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje, y las cunetas y demás desagües se ejecutarán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

#### **320.3.3 Tierra vegetal**

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y se acopiará para su utilización posterior, en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director. En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

#### **320.3.4 Empleo de los productos de excavación**

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o que señale el Ingeniero Director, y se transportarán directamente a las zonas previstas en dicho Pliego o a las que, en su defecto, señale el Director.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes o canalizaciones de agua que se realicen como defensa contra la posible erosión de zonas vulnerables, o en cualquier otro uso que señale el Director.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así lo autoriza el Director.

En cualquier caso, no se desechará ningún material excavado sin previa autorización del Director.

### **320.3.5 Excavación en roca**

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada de la carretera. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada presente cavidades que puedan retener el agua, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, en la forma que ordene el Director.

Cuando se prevea el empleo de los productos de la excavación en roca en la formación de pedraplenes, se seguirán además las prescripciones del Artículo 331, «Pedraplenes», del presente Pliego.

El Director podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos, aunque la autorización no exime al Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

### **320.3.6 Préstamos y caballeros**

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede. Los préstamos, en general, no deberán ser visibles desde la carretera terminada, y deberán excavar de tal manera que el agua de lluvia no se pueda acumular en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

Los caballeros que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que al efecto señale el Director y se cuidará de evitar arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de la carretera.

El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

### **320.3.7 Taludes**

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie, e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Las zanjas que, de acuerdo con los Planos, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como bulones, gunitado, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc, bien porque estén previstas en el Proyecto o porque sean ordenadas por el Director, dichos trabajos deberán realizarse inmediatamente después de la excavación del talud.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director, el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

#### **320.4 MEDICION Y ABONO**

La excavación se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos sobre los Planos de perfiles transversales, una vez comprobado que dichos perfiles son correctos, en el caso de explanación.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su cubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén, si es que existe precio independiente en el Cuadro de Precios número 1 del Proyecto para este concepto. De no ser así, esta excavación se considerará incluida dentro de la unidad de terraplén.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## **321 EXCAVACION EN ZANJAS Y POZOS**

### **321.1 DEFINICION**

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjaz y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

### **321.2 CLASIFICACION DE LAS EXCAVACIONES**

Serán aplicables las prescripciones del Apartado 320.2 del Artículo 320, «Excavación de la explanación y préstamos».

### **321.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **321.3.1 Principios generales**

El Contratista notificará al Director de las obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del citado Director.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjaz o pozos, el Director autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los Planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director.

Para la excavación de tierra vegetal se seguirá lo indicado en el Apartado 320.3.3 del Artículo 320, «Excavación de la explanación y préstamos».

#### **321.3.2 Entibación**

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director podrá autorizar por escrito tal mo-

dificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Por el contrario, si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá obligar al Contratista a la utilización de entibaciones.

### **321.3.3 Drenaje**

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que evite la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Director los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

### **321.3.4 Taludes**

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Director, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

### **321.3.5 Limpieza del fondo**

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquéllos, y previa autorización del Director.

### **321.3.6 Empleo de los productos de excavación**

Serán aplicables las Prescripciones del apartado 320.3.4 del Artículo 320, «Excavación de la explanación y préstamos».

### **321.3.7 Caballeros**

Serán aplicables las Prescripciones del apartado 320.3.6 del Artículo 320, «Excavación de la explanación y préstamos».

## **321.4 EXCESOS INEVITABLES**

Los sobrecargos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Director.

### **321.5 TOLERANCIAS DE LAS SUPERFICIES ACABADAS**

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados; y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros ( $\pm 5$  cm) respecto de las superficies teóricas.

### **321.6 MEDICION Y ABONO**

La excavación en zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) deducidos a partir de las secciones teóricas en planta, más los excesos inevitables autorizados, y de la profundidad realmente ejecutada.

## **322 EXCAVACION ESPECIAL DE TALUDES EN ROCA**

### **322.1 DEFINICION**

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para excavar taludes en roca, cuando interese de manera especial que la cara del talud no resulte dañada por la voladura y presente una buena terminación.

Dichas operaciones comprenden la excavación del volumen de roca situado a una distancia del talud, medida en horizontal, no inferior a tres metros (3 m) y la formación de la cara de éste.

### **322.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **322.2.1 Método de excavación**

El método de excavación deberá ser adecuado para crear una superficie regular y estable en el talud definitivo. Su elección deberá ser hecha a la vista de las características mecánicas de la roca y de la estructura y grado de tectonización del terreno.

En cualquier caso, se seguirán los siguientes criterios generales: la excavación se realizará solamente con barrenos verticales y/o paralelos a la cara del talud; la detonación de las cargas se realizará mediante detonadores eléctricos de micro-retardo; la longitud de los barrenos no será superior a catorce metros (14 m), salvo autorización expresa del Director de las obras; cuando la altura del talud supere la longitud máxima de perforación autorizada, se dividirá la excavación en bancos parciales horizontales, que se ejecutarán sucesivamente de arriba a abajo.

Respetando dichos criterios, el Contratista propondrá por escrito al Director el método de excavación que considere más idóneo. En la propuesta se deberá especificar:

- Maquinaria y método de perforación a utilizar.
- Longitud máxima de perforación.
- Diámetros de los barrenos de talud y disposición de los mismos.
- Diámetros de los barrenos de destroza y disposición de los mismos.
- Explosivos utilizados, dimensiones de los cartuchos y esquema de carga de los distintos tipos de barrenos.
- Método utilizado para fijar la posición de las cargas en el interior de los barrenos.
- Esquema de detonación de las voladuras.
- Exposición detallada de los resultados obtenidos con el método de excavación propuesto en terrenos análogos a los de la obra.

La estabilidad del equipo de perforación debe ser adecuada a la longitud máxima de perforación propuesta, con objeto de garantizar que las desviaciones que se produzcan durante la ejecución de los taladros no influyan, prácticamente, en la calidad de la superficie final del talud.

El método de perforación elegido debe ser adecuado al tipo de terreno. Cuando éste contenga zonas terrosas o trituradas, se adoptarán las medidas necesarias para evitar el atascamiento de los barrenos.

### **322.2.2 Puesta a punto del método de excavación**

A menos de que se disponga de experiencia satisfactoria en la excavación de taludes en terrenos análogos a los de la obra, la aceptación por el Director del método propuesto estará condicionada a su ensayo en obra. Dicho ensayo tendrá por objeto confirmar que el método es correcto en líneas generales y, en este caso, ponerlo a punto para el caso particular considerado.

Para juzgar la idoneidad del método ensayado se atenderá a los siguientes criterios:

- Las cañas de los barrenos deben aparecer marcadas en el talud de forma clara y continua.
- La superficie del talud no debe presentar zonas locales de trituración atribuibles a la voladura. Las cañas de los barrenos aparecerán intactas, sin las pequeñas fisuras características que revelan una carga inadecuada.
- La superficie excavada debe presentar un aspecto regular.
- Las vibraciones transmitidas al terreno por la voladura no deben ser excesivas. Se considerarán excesivas las vibraciones que produzcan desplazamientos de cuñas de roca, apertura de diaclasas, o cualquier otro fenómeno que disminuya la resistencia del medio rocoso. Para evitar las vibraciones excesivas se debe dimensionar adecuadamente la carga total correspondiente a cada micro-retardo.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director decidirá sobre la conveniencia de aprobar, modificar o rechazar el método propuesto.

La variación sensible de las características de la roca a excavar, a juicio del Director, exigirá la reconsideración del método de trabajo.

La aprobación del método por el Director no eximirá al Contratista de la obligación de tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar daños al resto de la obra o a terceros.

### **322.2.3 Excavación del pie del talud**

Con objeto de no disminuir la resistencia del pie del talud, esencial para la estabilidad general del conjunto, la excavación del banco parcial inferior del talud, se ajustará a las siguientes normas:

- Los barrenos perforados a lo largo del talud no rebasarán la profundidad del pie. Los restantes barrenos no rebasarán dicha profundidad en más de cincuenta centímetros (50 cm).

- La carga de fondo de todos los barrenos se dimensionará adecuadamente para evitar trituraciones excesivas en el pie del talud.
- No se exigirá la eliminación total del repie de la excavación junto al pie del talud. La parte de repie que sea indispensable eliminar será excavada mediante martillo picador o cualquier otro método que no dañe la estabilidad de dicha zona.
- Cuando la cuneta de drenaje contigua al pie del talud se encuentre a menos de tres metros (3 m) de éste, la excavación necesaria se realizará preferentemente mediante martillo picador, o empleando una cantidad reducida de explosivo.

#### **322.2.4 Operaciones auxiliares**

Antes de iniciar la excavación del talud se eliminará la zona de montera que pueda dar lugar a desprendimientos durante la obra y durante la explotación de la carretera.

El drenaje de la excavación se mantendrá en todo momento en condiciones satisfactorias. Cuando no sea posible el drenaje natural se dispondrán grupos motobomba adecuados, con el fin de evacuar el agua almacenada.

Inmediatamente después de la excavación de cada banco parcial del talud, el Director examinará cuidadosamente la superficie resultante, con objeto de detectar posibles zonas inestables o alterables. El contratista deberá proceder al saneamiento y/o consolidación de dichas zonas, de acuerdo con las instrucciones del Director, antes de aumentar la altura de la excavación. Si, por causas imputables al Contratista, dichas operaciones se demorasen hasta el final de la excavación, éste deberá facilitar a su costa, sin derecho a indemnización alguna, los andamios o medios auxiliares necesarios para tener acceso a las zonas afectadas.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o incumplimiento de las instrucciones del Director, el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

Los pequeños escalones, del orden de treinta centímetros (30 cm), que por razones constructivas aparecen durante la excavación por bancos parciales sucesivos de un talud uniforme, deberán ser suavizados mediante martillo picador inmediatamente después de la excavación del banco correspondiente. La anchura de estos escalones deberá ser la menor compatible con el equipo de perforación autorizado.

#### **322.2.5 Empleo de los productos de excavación**

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o que señale el Director, y se transportarán directamente a las zonas previstas en dicho Pliego o a las que, en su defecto, señale el Director.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación, y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras, se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de los taludes o canalizaciones de agua, como defensa contra la posible erosión de zonas vulnerables, o en cualquier otro uso que señale el Director.

Los productos de excavación cuyo empleo esté previsto en zonas definidas de la obra cumplirán las condiciones exigidas en este Pliego, o en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, para las unidades de obra correspondientes.

Este requisito deberá ser tenido en cuenta por el Contratista al preparar el esquema de la voladura.

En cualquier caso, no se desechará ningún material excavado sin previa autorización del Director. El material inadecuado se transportará a vertedero de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

### **322.3 MEDICION Y ABONO**

La excavación especial de taludes en roca se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) de talud formado medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

El volumen de roca excavado al ejecutar esta unidad se medirá y abonará según lo indicado en el Artículo 320, «Excavación de la explanación y préstamos».

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## 330 TERRAPLENES

### 330.1 DEFINICION

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de las excavaciones, en zonas de extensión tal que permita la utilización de maquinaria de elevado rendimiento.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de asiento del terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Estas tres últimas, reiteradas cuantas veces sea preciso.

### 330.2 ZONAS DE LOS TERRAPLENES

En los terraplenes se distinguirán tres zonas:

**Cimiento.** Formado por aquella parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno y que ha sido vaciada durante el desbroce, o al hacer excavación adicional por presencia de material inadecuado.

**Núcleo.** Parte del terraplén comprendida entre el cimiento y la coronación.

**Coronación.** Formada por la parte superior del terraplén, con el espesor que figure en Proyecto.

Se considerará como coronación de terraplén el relleno sobre fondos de desmonte para la formación de la explanada.

### 330.3 MATERIALES

#### 330.3.1 Clasificación y condiciones generales

Los materiales a emplear en terraplenes serán suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra, o de los préstamos que se definan en los

Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o se autoricen por el Director de las obras.

Para su empleo en terraplenes, los suelos se clasificarán en los tipos siguientes:

Suelos inadecuados, suelos tolerables, suelos adecuados y suelos seleccionados, de acuerdo con las siguientes características:

- **Suelos inadecuados.** Son aquellos que no cumplen las condiciones mínimas exigidas a los suelos tolerables.
- **Suelos tolerables.** No contendrán más de un veinticinco por ciento (25 %), en peso, de piedras cuyo tamaño exceda de quince centímetros (15 cm).

Su límite líquido será inferior a cuarenta ( $LL < 40$ ) o simultáneamente: límite líquido menor de sesenta y cinco ( $LL < 65$ ) e índice de plasticidad mayor de seis décimas de límite líquido menos nueve [ $IP > (0,6LL - 9)$ ].

La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor normal no será inferior a un kilogramo cuatrocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico ( $1,450 \text{ kg/dm}^3$ ).

El Índice C. B. R. será superior a tres (3).

El contenido de materia orgánica será inferior al dos por ciento (2 %).

- **Suelos adecuados.** Carecerán de elementos de tamaño superior a diez centímetros (10 cm) y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al treinta y cinco por ciento (35 %) en peso.

Su límite líquido será inferior a cuarenta ( $LL < 40$ ).

La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor normal no será inferior a un kilogramo setecientos cincuenta gramos por decímetro cúbico ( $1,750 \text{ kg/dm}^3$ ).

El Índice C. B. R. será superior a cinco (5) y el hinchamiento, medido en dicho ensayo, será inferior al dos por ciento (2 %).

El contenido de materia orgánica será inferior al uno por ciento (1 %).

- **Suelos seleccionados.** Carecerán de elementos de tamaño superior a ocho centímetros (8 cm) y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al veinticinco por ciento (25 %) en peso.

Simultáneamente, su límite líquido será menor que treinta ( $LL < 30$ ) y su índice de plasticidad menor que diez ( $IP < 10$ ).

El Índice C. B. R. será superior a diez (10) y no presentará hinchamiento en dicho ensayo.

Estarán exentos de materia orgánica.

Las exigencias anteriores se determinarán de acuerdo con las normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72, NLT-107/72, NLT-111/72, NLT-118/59 y NLT-152/72.

El Índice C. B. R. que se considerará es el que corresponda a la densidad mínima exigida en obra en el apartado 330.5.4 de este Pliego.

### 330.3.2 Empleo

En coronación de terraplenes deberán utilizarse suelos adecuados o seleccionados. También podrán utilizarse suelos tolerables, estabilizados con cal o con cemento de acuerdo con los Artículos 510 y 512 de este Pliego.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará el tipo de suelo a emplear en cada caso.

En núcleos y cimientos de terraplenes deberán emplearse suelos tolerables, adecuados o seleccionados. Cuando el núcleo del terraplén pueda estar sujeto a inundación sólo se utilizarán suelos adecuados o seleccionados.

Los suelos inadecuados no se utilizarán en ninguna zona del terraplén.

Dadas las características de esta unidad se recuerda especialmente que, según el apartado 100.2, el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares puede modificar las prescripciones establecidas en el presente Artículo.

### **330.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán suficientes para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente Artículo.

### **330.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **330.5.1 Preparación de la superficie de asiento del terraplén**

Si el terraplén tuviera que construirse sobre un firme existente, se escarificará y compactará éste según lo indicado en el Artículo 303 de este Pliego.

Si el terraplén tuviera que construirse sobre terreno natural, en primer lugar se efectuará, de acuerdo con lo estipulado en los Artículos 300 y 320 de este Pliego, el desbroce del citado terreno y la excavación y extracción del material inadecuado, si lo hubiera, en toda la profundidad requerida en los Planos. A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el terraplén y el terreno, se escarificará éste, de acuerdo con la profundidad prevista en los Planos y con las indicaciones relativas a esta unidad de obra, que figuran en el Artículo 302 de este Pliego y se compactará en las mismas condiciones que las exigidas para el cimiento del terraplén.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos terraplenes se prepararán éstos, a fin de conseguir su unión con el nuevo terraplén. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director. Si el material procedente del antiguo talud cumple las condiciones exigidas para la zona de terraplén de que se trate, se mezclará con el del nuevo terraplén para su compactación simultánea; en caso negativo, será transportado a vertedero.

Cuando el terraplén haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el terraplén, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, a las instrucciones del Director.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

En los terraplenes a media ladera, el Director podrá exigir, para asegurar su perfecta estabilidad, el escalonamiento de aquélla mediante la excavación que considere pertinente.

### **330.5.2 Extensión de las tongadas**

Una vez preparado el cimientto del terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director. Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, el Director no autorizará la extensión de la siguiente.

Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa.

### **330.5.3 Humectación o desecación**

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad se obtendrá a la vista de los resultados de los ensayos que se realicen en obra con la maquinaria disponible.

En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que el humedecimiento de los materiales sea uniforme.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas; pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

### **330.5.4 Compactación**

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

En la coronación de los terraplenes, la densidad que se alcance no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo Proctor normal. Esta determinación se hará según la norma de ensayo NLT-107/72. En los cimientos y núcleos de terraplenes la densidad que se alcance no será inferior al noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima obtenida en dicho ensayo.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o proximidad a obras de fábrica, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación de los terraplenes, se compactarán con los medios adecuados al caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto del terraplén.

Si se utilizan para compactar rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiere podido causar la vibración y sellar la superficie.

### **330.6 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Los terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2° C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

### **330.7 MEDICION Y ABONO**

Los terraplenes se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

## 331 PEDRAPLENES

### 331.1 DEFINICION

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de materiales pétreos idóneos, procedentes de excavaciones en roca. El área de trabajo será suficiente para el empleo de maquinaria de alto rendimiento.

Esta unidad incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento del pedraplén.
- Precauciones especiales a tener en cuenta en la excavación, carga y transporte del material pétreo idóneo.
- Extensión y compactación del material en tongadas.

Se excluyen de esta unidad las operaciones necesarias para la ejecución de la coronación del pedraplén y de las zonas especiales que se definen en el apartado 331.2.

### 331.2 ZONAS DEL PEDRAPLEN

En los pedraplenes se distinguirán las siguientes zonas:

**Transición.** Formada por la parte superior del pedraplén y con un espesor igual a un metro (1 m), a no ser que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se modifique expresamente este valor.

**Núcleo.** Parte del pedraplén comprendida entre el cimientado y la transición.

**Cimientado.** Formada por la parte inferior del pedraplén en contacto con el terreno. El cimientado podrá tener las mismas características que el núcleo. En caso contrario el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará su espesor.

**Zonas especiales.** Son zonas del pedraplén con características especiales, tales como zonas inundables, zonas exteriores del núcleo, etc. De existir, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá fijar sus características y dimensiones.

### 331.3 CORONACION DE PEDRAPLENES

Se entiende por coronación la zona comprendida entre la transición del pedraplén y la superficie de la explanada. Sus dimensiones y características serán las definidas en el Artículo 330 de este Pliego para la coronación de terraplenes.

## 331.4 MATERIALES

### 331.4.1 Procedencia

Los materiales a emplear serán productos pétreos procedentes de la excavación de la explanación. Excepcionalmente, los materiales pétreos podrán proceder también de préstamos.

Las zonas concretas a excavar para la obtención de materiales serán las indicadas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, las definidas por el Director de las obras.

### 331.4.2 Calidad de la roca

Para su empleo en pedraplenes las rocas se clasifican en los siguientes grupos:

- Rocas adecuadas.
- Rocas inadecuadas.
- Rocas que requieren estudio especial.

**Rocas adecuadas.** Se podrán utilizar los materiales pétreos procedentes de las siguientes rocas, siempre que sean sanas, compactas y resistentes:

- Granitos, granodioritas y sienitas.
- Aplitas, pórfidos y porfiritas.
- Gabros.
- Diabasas, ofitas y lamprófidios.
- Riolitas y dacitas.
- Andesitas, basaltos y limburgitas.
- Cuarcitas y mármoles.
- Calizas y dolomías.
- Areniscas, conglomerados y brechas.

**Rocas inadecuadas.** No se podrán utilizar los materiales procedentes de las rocas siguientes:

- Serpentina.
- Tobas volcánicas y rocas volcánicas piroclásticas.
- Micacitas y filitas.
- Anhidrita, yeso y rocas solubles.
- Tobas calcáreas y caliches.
- Arcosas y limolitas.
- Las rocas que se desintegren espontáneamente al estar expuestas a la intemperie o que, al ser compactadas, sufran una trituración importante o adquieran una consistencia terrosa.

**Rocas que requieren un estudio especial.** Pertenecen a este grupo todas las rocas no incluíbles en ninguno de los dos anteriores. En especial, están incluídas en él las siguientes rocas:

- Peridotitas, traquitas y fonolitas.
- Aglomerados y conglomerados volcánicos.
- Neis, esquistos y pizarras.
- Migmatitas, corneanas, anfíbolitas y grauwacas.
- Carniolas, margocalizas y margas.
- Argilitas.
- Maciños, molasas, samitas y rodenos.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá los requisitos que deben cumplir las rocas incluídas en este grupo para su empleo en pedraplenes.

### 331.4.3 Granulometría

El material deberá cumplir las siguientes condiciones granulométricas:

- El tamaño máximo no será superior a dos tercios (2/3) del espesor de la tongada compactada.
- El contenido, en peso, de partículas que pasen por el cedazo 25 UNE será inferior al treinta por ciento (30 %).
- El contenido, en peso, de partículas que pasen por el tamiz 0,080 UNE será inferior al diez por ciento (10 %).

Las condiciones anteriores corresponden al material compactado. Las granulometrías obtenidas en cualquier otro momento de la ejecución sólo tendrán valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones que puedan producirse en el material.

Además de cumplir las anteriores condiciones, la curva granulométrica total se ajustará al siguiente huso, en el que D es el tamaño máximo del material:

<u>Tamiz</u>	<u>% que pasa</u>
D	90 - 100
D/4	45 - 60
D/16	25 - 45
D/64	15 - 35

No obstante, a la vista de la información obtenida durante la puesta a punto del método de trabajo a que se refiere el apartado 331.5.7, el Director podrá modificar dicho huso, adaptándolo a las características del material y al proceso de ejecución.

#### 331.4.4 Forma de las partículas

Salvo autorización expresa del Director, el contenido en peso de partículas con forma inadecuada será inferior al treinta por ciento (30 %). A estos efectos se consideran partículas con forma inadecuada aquellas en que se verifique:

$$\frac{L + G}{2E} \geq 3$$

siendo:

L = longitud = separación máxima entre dos planos paralelos tangentes a la partícula.

G = grosor = diámetro del agujero circular mínimo que puede ser atravesado por la partícula.

E = espesor = separación mínima entre dos planos paralelos tangentes a la partícula.

Los valores de L, G, y E se pueden determinar en forma aproximada y no deben ser medidos necesariamente en tres direcciones perpendiculares entre sí.

### 331.5 EJECUCION

#### 331.5.1 Preparación de la superficie de asiento

Antes de proceder al extendido y compactación de los materiales pétreos se efectuará, de acuerdo con lo estipulado en los Artículos 300 y 320 de este Pliego, el desbroce del terreno y la excavación de tierra vegetal y material inadecuado, si lo hubiera, en toda la profundidad requerida en los Planos.

Cuando sea preciso construir pedraplenes directamente sobre terrenos inestables, turbas o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

En los pedraplenes a media ladera, el Director podrá exigir, para asegurar su perfecta estabilidad, el escalonamiento de aquélla mediante la excavación que considere pertinente.

Si el pedraplén tuviera que construirse sobre tierra y existiera una capa de roca sana próxima a la superficie del terreno, se podrá eliminar todo el material que haya por encima de dicha capa y asentar directamente el pedraplén sobre la roca sana.

#### 331.5.2 Empleo de los materiales pétreos

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, definirán los pedraplenes concretos a que deben destinarse los materiales procedentes de cada zona de excavación.

El material excavado en roca idónea que no cumpla los requisitos establecidos para su empleo en pedraplenes será empleado en obra o transportado a vertedero, de acuerdo con las instrucciones del Director.

### 331.5.3 Eliminación de materiales inadecuados

Antes de iniciarse la excavación de los materiales pétreos se eliminará la montera que recubre la zona a excavar, así como la zona de roca superficial alterada que sea inadecuada para su empleo en pedraplenes.

Se eliminarán asimismo las zonas de terreno inadecuado que aparezcan en el interior de la formación rocosa durante la excavación de ésta.

### 331.5.4 Excavación, carga y transporte del material

Los trabajos de excavación se ejecutarán de manera que la granulometría y forma de materiales resultantes sean adecuados para su empleo en pedraplenes, con arreglo al presente Artículo.

En caso necesario, después de la excavación, se procederá a la eliminación o troceo de los elementos singulares que tengan forma o dimensiones inadecuadas. El Director determinará cuál de estas operaciones complementarias, eliminación o troceo, deberá ser ejecutada en cada caso.

La carga de los productos de excavación y su transporte al lugar de empleo se llevará a cabo de forma que se evite la segregación del material.

### 331.5.5 Ejecución por tongadas

Una vez preparada la superficie de asiento del pedraplén, se procederá a su construcción, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la superficie de la explanada.

El material de cada tongada se descargará en obra sobre la parte ya extendida de dicha tongada y cerca de su frente de avance. Desde esta posición será empujado hasta el frente de la tongada y extendido a continuación de éste mediante tractor de orugas equipado con pala de empuje, realizándose la operación de forma que se corrijan las posibles segregaciones del material.

El espesor de las tongadas será suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga la compacidad deseada. Salvo autorización expresa del Director, el espesor máximo de las tongadas, una vez compactadas, se fijará mediante los siguientes criterios:

- **Núcleo.** El espesor máximo será de un metro (1 m).
- **Zona de transición.** El espesor de las tongadas decrecerá desde la parte baja de la zona hasta su parte superior, con objeto de establecer un paso gradual entre el núcleo y la coronación. Asimismo, se comprobará que entre dos (2) tongadas sucesivas se cumplen las siguientes condiciones:

$$\frac{I_{15}}{S_{85}} < 5 \qquad \frac{I_{50}}{S_{50}} < 25$$

siendo  $I_x$  la abertura del tamiz por el que pasa el x % en peso de material de la tongada inferior y  $S_x$  la abertura del tamiz por el que pasa el x % en peso del material de la tongada superior.

### **331.5.6 Compactación**

El método de compactación elegido deberá garantizar la obtención de las compacidades mínimas necesarias. Con este objeto deberá elegirse adecuadamente, para cada zona del pedraplén, la granulometría del material, el espesor de tongada, el tipo de maquinaria de compactación y el número de pasadas del equipo. Estas variables se determinarán a la vista de los resultados obtenidos durante la puesta a punto del método de trabajo, según se indica en el apartado 331.5.7.

Si en la compactación se utilizan rodillos vibratorios, el peso estático del equipo no deberá ser inferior a diez toneladas (10 t).

### **331.5.7 Puesta a punto del método de trabajo**

El Contratista propondrá por escrito al Director el método de construcción que considere más adecuado para cada tipo de material a emplear, de manera que se cumplan las prescripciones indicadas en el presente Artículo. En la propuesta se especificará:

- Características de toda la maquinaria a utilizar.
- Método de excavación, carga y transporte de los materiales pétreos.
- Método de extensión.
- Espesor de tongadas, método de compactación y número de pasadas del equipo.
- Experiencias, con materiales análogos, del método de ejecución propuesto.

Salvo que se aporte suficiente experiencia sobre el método de trabajo propuesto, la aprobación de éste por el Director estará condicionada a su ensayo en obra. Dicho ensayo consistirá en la construcción de un tramo experimental con un volumen no inferior a tres mil metros cúbicos (3.000 m<sup>3</sup>), con objeto de comprobar la idoneidad del método propuesto o proceder a adaptarlo al caso considerado.

Durante la construcción del pedraplén experimental se determinará la granulometría del material recién excavado, la del material extendido, y la granulometría y densidad del material compactado. Para determinar estos valores se utilizarán muestras representativas, de volumen no inferior a cuatro metros cúbicos (4 m<sup>3</sup>). Se efectuarán al menos diez (10) ensayos de cada tipo. Asimismo, se inspeccionarán las paredes de las calicatas realizadas en el pedraplén para determinar las características del material compactado. Dichas calicatas afectarán a todo el espesor de la tongada y tendrán una superficie mínima de cuatro metros cuadrados (4 m<sup>2</sup>). Se controlarán, mediante procedimientos topográficos, las deformaciones superficiales del pedraplén, después de cada pasada del equipo de compactación, y la densidad media del material compactado.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director decidirá sobre la conveniencia de aprobar, modificar o rechazar el método propuesto.

La variación sensible de las características de los materiales del pedraplén, a juicio del Director, exigirá la reconsideración del método de trabajo.

### 331.6 TOLERANCIAS DE LAS SUPERFICIES ACABADAS

Las superficies acabadas del núcleo y de la zona de transición se comprobarán mediante estacas de refino, niveladas hasta centímetros (cm), situadas en el eje y en los bordes de perfiles transversales que disten entre sí no más de veinte metros (20 m).

Se hallará la diferencia entre las cotas reales de los puntos estaquillados y sus cotas teóricas, con arreglo a los Planos, y se determinarán los valores algebraicos extremos de dichas diferencias, para tramos de longitud no inferior a cien metros (100 m). Se considerarán positivas las diferencias de cota correspondientes a puntos situados por encima de la superficie teórica.

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Si la semisuma de los valores extremos es positiva, deberá ser menor que la quinta parte ( $1/5$ ) del espesor de la última tongada.
- Si la semisuma de los valores extremos es negativa, su valor absoluto deberá ser menor que la mitad ( $1/2$ ) del espesor de la última tongada.
- La semidiferencia de valores extremos deberá ser inferior a cinco centímetros (5 cm) para la superficie del núcleo, y a tres centímetros (3 cm) para la superficie de la zona de transición.

Si no se cumple la primera condición, se excavará la última tongada ejecutada y se construirá otra de espesor adecuado. Si no se cumple la segunda condición, se ejecutará una nueva tongada de espesor adecuado. Si no se cumple la condición tercera se añadirá una capa de nivelación con un espesor mínimo no inferior a quince centímetros (15 cm) sobre el núcleo, o a diez centímetros (10 cm) sobre la zona de transición, constituida por material granular bien graduado, de características mecánicas no inferiores a las del material del pedraplén, y con tamaño máximo de diez centímetros (10 cm) o de seis centímetros (6 cm), respectivamente.

### 331.7 MEDICION Y ABONO

Los pedraplenes se abonarán por metros cúbicos ( $m^3$ ) realmente ejecutados, medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las zonas del pedraplén.

Se considerará incluido en el precio del metro cúbico ( $m^3$ ) de pedraplén el coste adicional de la excavación en roca originado por las precauciones adoptadas para obtención de productos pétreos adecuados.

La coronación del pedraplén se considerará incluida en la unidad de terraplén.

## **332 RELLENOS LOCALIZADOS**

### **332.1 DEFINICION**

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones para relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

### **332.2 ZONAS DE LOS RELLENOS**

En los rellenos localizados que formen parte de la infraestructura de la carretera se distinguirán las mismas zonas que en los terraplenes, según el apartado 330.2 de este Pliego.

### **332.3 MATERIALES**

Se utilizarán los mismos materiales que en las zonas correspondientes de los terraplenes, según el apartado 330.3 de este Pliego.

### **332.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente Artículo.

### **332.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **332.5.1 Preparación de la superficie de asiento de los rellenos localizados**

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos a fin de conseguir la unión entre el antiguo y el nuevo relleno, y la compactación del antiguo talud. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de las obras. Si el material procedente del antiguo talud cumple las condiciones exigidas para la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, el Director decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fue-

ra del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, a las instrucciones del Director.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

### **332.5.2 Extensión y compactación**

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Quando el Director lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14 d) desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que el Director lo autorice, previa comprobación, mediante los ensayos que estime pertinente realizar, del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Junto a las estructuras aporricadas no se iniciará el relleno hasta que el dintel no haya sido terminado y haya alcanzado la resistencia que el Director estime suficiente.

El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará antes de, o simultáneamente a, dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes del Director.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma, y en ningún caso será inferior al mayor del que posean los suelos contiguos a su mismo nivel.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

### **332.6 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados ( $2^{\circ}\text{C}$ ); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

### **332.7 MEDICION Y ABONO**

Los rellenos localizados se abonarán por metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ) medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

## **340 TERMINACION Y REFINO DE LA EXPLANADA**

### **340.1 DEFINICION**

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

### **340.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Las obras de terminación y refino de la explanada, se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La terminación y refino de la explanada se realizarán inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme.

Cuando haya que proceder a un recrecido de espesor inferior a la mitad (1/2) de la tongada compactada, se procederá previamente a un escarificado de todo el espesor de la misma, con objeto de asegurar la trabazón entre el recrecido y su asiento.

No se extenderá ninguna capa del firme sobre la explanada sin que se comprueben sus condiciones de calidad y sus características geométricas.

Una vez terminada la explanada, deberá conservarse continuamente con sus características y condiciones hasta la colocación de la primera capa de firme o hasta la recepción de la obra cuando no se dispongan otras capas sobre ella. Las cunetas deberán estar en todo momento limpias y en perfecto estado de funcionamiento.

### **340.3 TOLERANCIAS DE ACABADO**

En la explanada se dispondrán estacas de refino a lo largo del eje y a ambos bordes de la misma, con una distancia entre perfiles transversales no superior a veinte metros (20 m), y niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos. En los recuadros entre estacas, la superficie no rebasará la superficie teórica definida por ellas, ni bajará de ella más de tres centímetros (3 cm) en ningún punto.

La superficie acabada no deberá variar en más de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera. Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas se corregirán por el Contratista, de acuerdo con lo que se señala en este Pliego.

### **340.4 MEDICION Y ABONO**

La terminación y refino de la explanada se considerará incluida dentro de las unidades de excavación, terraplén o pedraplén, según sea el caso.

## **341 REFINO DE TALUDES**

### **341.1 DEFINICION**

Consiste en las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes y capa de coronación de pedraplenes, así como de los taludes de desmonte no incluidos en el Artículo 322, «Excavación especial de taludes en roca», del presente Pliego.

### **341.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Las obras de refino de taludes se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización.

Cuando la explanación se halle muy avanzada y el Director de las obras lo ordene, se procederá a la eliminación de la superficie de los taludes de cualquier material blando, inadecuado o inestable, que no se pueda compactar debidamente o no sirva a los fines previstos. Los huecos resultantes se rellenarán con materiales adecuados, de acuerdo con las indicaciones del Director.

Los taludes de la explanación deberán quedar, en toda su extensión, conformados de acuerdo con lo que al respecto se señale en los Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y órdenes complementarias del Director, debiendo mantenerse en perfecto estado hasta la recepción definitiva de las obras, tanto en lo que se refiere a los aspectos funcionales como a los estéticos.

Los perfilados de taludes que se efectúen para armonizar con el paisaje circundante deben hacerse con una transición gradual, cuidando especialmente las transiciones entre taludes de distinta inclinación. En las intersecciones de desmonte y rellenos, los taludes se albearán para unirse entre sí y con la superficie natural del terreno, sin originar una discontinuidad visible.

Los fondos y cimas de los taludes, excepto en desmontes en roca dura, se redondearán, ajustándose a los Planos e instrucciones del Director. Las monteras de tierra sobre masas de roca se redondearán por encima de éstas.

El acabado de los taludes será suave, uniforme y totalmente acorde con la superficie del terreno y la carretera, sin grandes contrastes, y ajustándose a los Planos, procurando evitar daños a árboles existentes o rocas que tengan pátina, para lo cual deberán hacerse los ajustes necesarios. En el caso de que, por las condiciones del terreno, no puedan mantenerse los taludes indicados en los Planos, el Director fijará el talud que deba adoptarse, e incluso podrá ordenar la construcción de un muro de contención si fuese necesario.

### 341.3 MEDICION Y ABONO

El refino de taludes se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) realmente refinados medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

Sólo se abonará esta unidad cuando exista precio independiente para ella en el Proyecto. De no ser así se considerará incluida dentro de las unidades de excavación, terraplén o pedraplén, según sea el caso.

## **400 CUNETAS Y ACEQUIAS DE HORMIGON EJECUTADAS EN OBRA**

### **400.1 DEFINICION**

Esta unidad comprende la ejecución de cunetas y acequias de hormigón, construidas sobre un lecho de asiento previamente preparado.

La forma y dimensiones, así como el tipo de hormigón, serán los definidos en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **400.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Una vez nivelado y preparado el lecho de asiento de la cuneta o acequia de desagüe a construir, se procederá a la fabricación, puesta en obra y curado del hormigón, de acuerdo con las condiciones señaladas en el Artículo 630, «Obras de hormigón en masa o armado», de este Pliego, cuidando su terminación hasta que la superficie vista quede en perfectas condiciones de servicio y en todo conforme con lo que sobre el particular señalen los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Las pequeñas deficiencias superficiales deberán corregirse mediante la aplicación de mortero de cemento de un tipo aprobado por el Director de las obras.

### **400.3 MEDICION Y ABONO**

Las cunetas y acequias de desagüe de hormigón ejecutadas en obra se abonarán por metros (m) realmente ejecutados, medidos en el terreno.

## **401 CUNETAS Y ACEQUIAS PREFABRICADAS EN HORMIGON**

### **401.1 DEFINICION**

Esta unidad comprende la fabricación y puesta en obra de cunetas y acequias prefabricadas de hormigón sobre un lecho de asiento previamente preparado.

La forma y dimensiones, así como el tipo de hormigón, serán los definidos en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **401.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

La fabricación de las cunetas y acequias de desagüe de hormigón se ajustará a las condiciones señaladas en el Artículo 630, «Obras de hormigón en masa o armado», de este Pliego y a lo que sobre el particular se indique en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Una vez nivelado y preparado el lecho de asiento de la cuneta y acequia de desagüe a colocar, se procederá a la ejecución del cimiento correspondiente, que se realizará con hormigón del tipo que se indique en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Las piezas prefabricadas se colocarán con todo esmero, perfectamente alineadas y con la cara superior de la solera a las cotas previstas en las rasantes respectivas.

Las juntas de asiento, así como las verticales, deberán recibirse mediante mortero de cemento del tipo aprobado por el Director de las obras.

### **401.3 MEDICION Y ABONO**

Las cunetas y acequias prefabricadas de hormigón se abonarán por metros (m) realmente colocados en obra, medidos en el terreno.

## **410 ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO**

### **410.1 DEFINICION**

Esta unidad comprende la ejecución de arquetas y pozos de registro de hormigón, bloques de hormigón, mampostería, ladrillo o cualquier otro material previsto en el Proyecto o autorizado por el Director de las obras.

La forma y dimensiones de las arquetas y pozos de registro, así como los materiales a utilizar, serán los definidos en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **410.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Una vez efectuada la excavación requerida, se procederá a la ejecución de las arquetas o pozos de registro, de acuerdo con las condiciones señaladas en los Artículos correspondientes del presente Pliego para la fabricación, en su caso, y puesta en obra de los materiales previstos, cuidando su terminación.

Las conexiones de tubos y caños se efectuarán a las cotas debidas, de forma que los extremos de los conductos coincidan al ras con las caras interiores de los muros.

Las tapas de las arquetas o de los pozos de registro ajustarán perfectamente al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara superior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes.

### **410.3 MEDICION Y ABONO**

Las arquetas y pozos de registro se abonarán por unidades realmente ejecutadas en obra.

## **411 IMBORNALES Y SUMIDEROS**

### **411.1 DEFINICION**

Se define como imbornal la boca o agujero por donde se vacía el agua de lluvia de las calzadas de una carretera, de los tableros de las obras de fábrica o, en general, de cualquier construcción. Se define como sumidero la boca de desagüe, generalmente protegida por una rejilla, que cumple una función análoga a la del imbornal, pero dispuesta en forma que la entrada del agua sea en sentido sensiblemente vertical.

La forma y dimensiones de los imbornales y sumideros, así como los materiales a emplear en su construcción, serán los definidos en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **411.2 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Las obras se realizarán de acuerdo con lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y con lo que sobre el particular ordene el Director de las obras.

Después de la terminación de cada unidad se procederá a su limpieza total, eliminando todas las acumulaciones de limo, residuos o materias extrañas de cualquier tipo, debiendo mantenerse libres de tales acumulaciones hasta la recepción definitiva de las obras.

### **411.3 MEDICION Y ABONO**

Los imbornales y sumideros se abonarán por unidades realmente ejecutadas en obra.

## **412 TUBOS DE ACERO CORRUGADO Y GALVANIZADO**

### **412.1 DEFINICION**

Se definen como tubos de acero corrugado y galvanizado los fabricados con acero de las características que luego se definen, de sección circular, ovalada o abovedada, con superficie ondulada que les confiere resistencia a los esfuerzos de flexión, y galvanizados.

### **412.2 MATERIALES**

#### **412.2.1 Chapa corrugada**

El acero de la chapa será de tipo comercial, con un contenido en carbono inferior a doce centésimas (0,12), de características similares al ST-33 DIN.

La resistencia característica a tracción deberá estar comprendida entre treinta (30) y cuarenta y tres (43) kilogramos fuerza por milímetro cuadrado, determinada según la Norma UNE 7262-73.

El alargamiento elástico será mayor de veintidós por ciento (22 %), ensayado según la Norma UNE 7262-73.

#### **412.2.2 Galvanizado**

La aplicación de la película de cinc tendrá una dosificación mínima de seiscientos diez gramos por metro cuadrado ( $610 \text{ g/m}^2$ ), en doble exposición.

Antes de efectuar el galvanizado deberá conformarse la lámina de acero, a fin de no dañar el recubrimiento durante el proceso de fabricación.

El galvanizado será de primera calidad, libre de defectos como burbujas, rayas y puntos sin galvanizar.

La calidad del galvanizado será probada con arreglo a la Norma UNE 37.501, en cuanto se refiere a la dosificación de cinc, y mediante la Norma UNE 7183 en lo referente a la uniformidad del recubrimiento.

La toma de muestras se efectuará de acuerdo con la Norma ASTM A-444.

### **412.2.3 Elementos de unión**

Los elementos de unión de las chapas entre sí serán pernos y tuercas.

Las cabezas de los pernos y tuercas tendrán una forma especial que se ajuste a la chapa sin dañar el recubrimiento, o bien se colocarán arandelas que protejan el galvanizado.

Los pernos y tuercas se fabricarán con aceros de calidad F-114, según Norma del CENIM.

### **412.3 FORMA Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS**

La forma y dimensiones de los tubos de acero corrugado y galvanizado serán las definidas en el Proyecto de la obra, con las tolerancias que se indiquen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **412.4 LIMITACIONES DE EMPLEO**

Los tubos deberán ser resistentes a la acción de la humedad y aguas agresivas que pudiera haber en el lugar.

En consecuencia, no podrán utilizarse este tipo de tubos para conducción de aguas con pH menor que seis (6), ni con pH mayor que once (11).

No obstante, cuando las aguas tengan pH menor de seis (6) o pH mayor de once (11), podrá utilizarse tubería de acero corrugado galvanizado, protegiendo debidamente los tubos, de acuerdo con los procedimientos indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **412.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **412.5.1 Transporte**

El transporte se efectuará con el mayor cuidado a fin de que no se produzcan deformaciones en las piezas que alteren la forma prevista, ni se originen roces que hagan saltar la capa de cinc.

#### **412.5.2 Puesta en obra**

El tubo descansará sobre un lecho resistente, libre de piedras o puntos duros. Se deberá emplear una capa granular que cumpla las siguientes condiciones granulométricas:

- Porcentaje que pasa por el cedazo 25 UNE: 100 %.
- Porcentaje que pasa por el tamiz 5 UNE: mayor de 40 %.
- Porcentaje que pasa por el tamiz 0,080 UNE: menor de 10 %.

El espesor mínimo de la capa de apoyo será de treinta centímetros (30 cm), y se extenderá de una anchura igual a la vez y media el diámetro del tubo, a cada lado de la generatriz de apoyo, y en toda la longitud del tubo.

La zona de terraplén adyacente al tubo, con las dimensiones indicadas en el Proyecto o fijadas, en su defecto, por el Director de las obras, se ejecutará con suelo seleccionado, de acuerdo con las exigencias del Artículo 330, «Terraplenes».

Su compactación se realizará por tongadas horizontales de quince (15) a veinte (20) centímetros de espesor, alternativamente a un lado y a otro del tubo, de forma que el nivel sea el mismo a los dos lados.

La compactación exigida no será inferior al noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor normal, realizado según la Norma NLT-107/72.

#### **412.6 MEDICION Y ABONO**

El tubo de acero corrugado y galvanizado se abonará por metros (m) instalados o por unidades de las características especificadas en el Proyecto, realmente colocados y medidos sobre el terreno.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá indicar la forma de medición y abono de los lechos de asiento y rellenos laterales, siempre que dichas operaciones no se consideren incluidas dentro del precio del metro de tubo o unidad instalados.

## 420 DRENES SUBTERRANEOS

### 420.1 DEFINICION

Estos drenes consisten en tubos perforados, de material poroso, o con juntas abiertas, colocados en el fondo de zanjas rellenas de material filtrante adecuadamente compactado, y que, tras un relleno de tierras localizado, están aisladas normalmente de las aguas superficiales por una capa impermeable que ocupa y cierra su parte superior.

A veces se omite la tubería, en cuyo caso la parte inferior de la zanja queda completamente rellena de material filtrante, constituyendo un dren ciego o dren francés. En estos drenes el material que ocupa el centro de la zanja es piedra gruesa.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Ejecución del lecho de asiento de la tubería.
- Colocación de la tubería.
- Colocación del material filtrante.

### 420.2 MATERIALES

#### 420.2.1 Tubos

##### 420.2.1.1 Condiciones generales

Los tubos a emplear en drenes subterráneos podrán ser de hormigón poroso, fibrocemento, cerámica, plástico, o cualquier otro material sancionado por la experiencia. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá en cada caso, el tipo de material y sus características.

En el caso de que se utilice hormigón poroso deberá prescindirse del porcentaje de árido fino necesario para asegurar una capacidad de filtración aceptable, considerándose como tal la de cincuenta litros por minuto, decímetro cuadrado de superficie y kilogramo por centímetro cuadrado de carga hidrostática ( $50 \text{ l/min} \cdot \text{dm}^2 \cdot \text{kgf}$ ).

En todo caso, los tubos obtenidos serán fuertes, duraderos y libres de defectos, grietas y deformaciones.

##### 420.2.1.2 Resistencia

El Director de las obras podrá exigir las pruebas de resistencia que estime necesarias. Si el tubo es de sección circular se aplicará el ensayo de las tres (3) generatrices de carga, según la Norma ASTM C. 497-72.

Las cargas de rotura mínima, obtenidas en dicho ensayo, serán las siguientes:

<b>Diámetro de tubo (cm)</b>	<b>Carga de rotura (kgf/m)</b>
Inferior a 35	1.000
De 35 a 70	1.400
Superior a 70	2.000

#### **420.2.1.3 Forma y dimensiones**

La forma y dimensiones de los tubos a emplear en drenes subterráneos, así como sus correspondientes perforaciones y juntas, serán las indicadas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, las que señale el Director.

Los tubos estarán bien calibrados, y sus generatrices serán rectas o tendrán la curvatura que les corresponda en los codos o piezas especiales. La flecha máxima, medida por el lado cóncavo de la tubería, será de un centímetro por metro (1 cm/m).

La superficie interior será razonablemente lisa, y no se admitirán más defectos que los de carácter accidental o local, siempre que no supongan merma de la calidad de los tubos ni de su capacidad de desagüe.

#### **420.2.2 Material drenante**

Ver Artículo 421, «Rellenos localizados de material filtrante».

### **420.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **420.3.1 Ejecución del lecho de asiento de la tubería**

Una vez abierta la zanja de drenaje, si su fondo es impermeable, el lecho de asiento de los tubos deberá ser también impermeable.

En todo caso, el lecho de asiento se compactará hasta conseguir una base de apoyo firme en toda la longitud de la zanja.

#### **420.3.2 Colocación de la tubería**

La colocación de la tubería no deberá iniciarse sin la previa autorización del Director. Obtenida ésta, los tubos se tenderán en sentido ascendente, con las pendientes y alineaciones indicadas en los Planos o, en su defecto, por el Director.

El tratamiento de las juntas y uniones de la tubería se ejecutará de acuerdo con los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y las instrucciones del Director.

### **420.3.3 Colocación del material filtrante**

Si la tubería se ha colocado sobre un lecho de asiento impermeable, la zanja se rellenará, a uno y otro lado de los tubos, con el material impermeable que se utilizó en su ejecución hasta llegar a cinco centímetros (5 cm) por debajo del nivel de las perforaciones más bajas, en caso de que se empleen tubos perforados, o hasta la altura que marquen los Planos si se usan tubos con juntas abiertas. Si se empleasen tubos porosos, el material impermeable se limitaría al que corresponde al lecho de asiento.

A partir de las alturas indicadas, se proseguirá el relleno con material filtrante hasta la cota fijada en los Planos o, en su defecto, indicada por el Director.

En el caso de que el lecho de asiento sea permeable, una vez colocada la tubería, la zanja se rellenará con material filtrante. Si la tubería es de juntas abiertas, deberán cerrarse éstas en la zona de contacto con su lecho de asiento.

Las operaciones de relleno de la zanja se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en el Artículo 421, «Rellenos localizados de material filtrante».

Se cuidará especialmente no dañar los tubos ni alterar su posición.

### **420.4 MEDICION Y ABONO**

Los drenes subterráneos se abonarán por metros (m) del tipo correspondiente realmente ejecutados, medidos en el terreno.

## 421 RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE

### 421.1 DEFINICION

Consisten en la extensión y compactación de materiales filtrantes en zanjas, trasdós de obras de fábrica, o cualquier otra zona, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los equipos de maquinaria de alto rendimiento.

### 421.2 MATERIALES

#### 421.2.1 Condiciones generales

Los materiales filtrantes a emplear en rellenos localizados serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, o áridos artificiales exentos de arcilla, marga y otros materiales extraños.

#### 421.2.2 Composición granulométrica

El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm), cedazo 80 UNE, y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0,080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5 %).

Siendo  $F_x$  el tamaño superior al del  $x$  %, en peso, del material filtrante, y  $d_x$  el tamaño superior al del  $x$  %, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las siguientes condiciones de filtro:

$$(a) \frac{F_{15}}{d_{85}} < 5; \quad (b) \frac{F_{15}}{d_{15}} > 5; \quad (c) \frac{F_{60}}{d_{50}} < 25; \quad (d) \frac{F_{60}}{F_{10}} < 20$$

En el caso de terrenos cohesivos, la condición (a) se puede sustituir por la de

$$F_{15} < 0,1 \text{ mm}$$

Además, de acuerdo con el sistema previsto para la evacuación del agua, el material filtrado situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

— Si se utilizan tubos perforados:

$$\frac{F_{85}}{\text{diámetro del orificio}} > 1$$

— Si se utilizan tubos con juntas abiertas:

$$\frac{F_{85}}{\text{ancho de la junta}} > 1,2$$

— Si se utilizan tubos de hormigón poroso:

$$\frac{F_{85}}{d_{15} \text{ del árido del tubo}} > 0,2$$

— Si se drena por mechinales:

$$\frac{F_{85}}{\text{diámetro del mechinal}} > 1$$

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capas; una de las cuales, la de material más grueso, se colocará junto al sistema de evacuación, y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente, considerada como terreno; ésta, a su vez, las cumplirá respecto de la siguiente; y así, sucesivamente, hasta llegar al relleno o terreno natural.

Cuando el terreno natural esté constituido por materiales con gravas y bolos se atenderá, únicamente, a la curva granulométrica de la fracción del mismo inferior a veinticinco milímetros (25 mm), a efecto de cumplimiento de las condiciones anteriores.

Si el terreno natural está constituido por suelos no cohesivos con arena fina y limo, el material filtrante deberá cumplir, además de las condiciones de filtro generales, la siguiente:

$$F_{15} < 1 \text{ mm}$$

Si dicho terreno natural es un suelo cohesivo, compacto y homogéneo, sin vetas de arena fina o de limo, las condiciones de filtro a) y b) serán sustituidas por la siguiente:

$$0,1 \text{ mm} < F_{15} < 0,4 \text{ mm}$$

En los drenes ciegos el material de la zona permeable central deberá cumplir las siguientes condiciones:

— Tamaño máximo del árido comprendido entre veinte milímetros (20 mm) y ochenta milímetros (80 mm).

— Coeficiente de uniformidad  $\frac{D_{60}}{D_{20}} < 4$ .

#### 421.2.3 Plasticidad

El material filtrante será no plástico, y su equivalente de arena será superior a treinta (30).

#### 421.2.4 Calidad

El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a cuarenta (40). Los materiales procedentes de escorias deberán ser aptos para su empleo en obras de hormigón. Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente, de acuerdo con los criterios establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## **421.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **421.3.1 Acopios**

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite la segregación y contaminación del mismo. En especial, se tendrán presentes las siguientes precauciones: evitar una exposición prolongada del material a la intemperie; formar los acopios sobre una superficie que no contamine al material; evitar la mezcla de distintos tipos de materiales.

Se eliminarán de los acopios todas las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños.

### **421.3.2 Preparación de la superficie de asiento**

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, de acuerdo con las indicaciones del Director de las obras.

### **421.3.3 Ejecución de las tongadas**

Los materiales del relleno se extenderán en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente horizontal. El espesor de estas tongadas será lo suficiente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Cuando una tongada deba estar constituida por materiales de distinta granulometría, se adoptarán las medidas necesarias para crear entre ellos una superficie continua de separación.

El relleno de trasdós de obras de fábrica se realizará de modo que no se ponga en peligro la estabilidad de las mismas.

### **421.3.4 Extensión y compactación**

Antes de proceder a extender cada tipo de material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es adecuada se adoptarán las medidas necesarias para corregirla, sin alterar la homogeneidad del material.

El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma. En ningún caso dicho grado de compactación será inferior al mayor de los que posean los terrenos o materiales adyacentes situados a su mismo nivel.

### **421.3.5 Protección del relleno**

Los trabajos se realizarán de modo que se evite en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños, o por la circulación, a través del mismo, de agua de lluvia cargada de partículas finas. A tal efecto, los rellenos se ejecutarán en el menor plazo posible y, una vez terminados, se cubrirán de forma provisional o definitiva para evitar su contaminación.

También se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la erosión o perturbación de los rellenos en ejecución, a causa de las lluvias, así como los encharcamientos superficiales de agua.

Si, a pesar de las precauciones adoptadas, se produjera la contaminación o perturbación de alguna zona del relleno, se procederá a eliminar el material afectado y a sustituirlo por material en buenas condiciones. Esta operación no será abonable.

#### **421.4 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cero grados centígrados ( $0^{\circ}\text{C}$ ), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es posible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

#### **421.5 MEDICION Y ABONO**

Las distintas zonas de rellenos localizados de material filtrante se abonarán por metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ), medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

## 500 SUBBASES GRANULARES

### 500.1 DEFINICION

Se define como subbase granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada.

### 500.2 MATERIALES

#### 500.2.1 Condiciones generales

Los materiales serán áridos naturales, o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, escorias, suelos seleccionados, o materiales locales, exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

En el caso de que se empleen escorias, las condiciones de su utilización serán las previstas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### 500.2.2 Composición granulométrica

- La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE será menor que los dos tercios (2/3) de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE, en peso.
- La curva granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de los límites reseñados en el Cuadro 500.1. Los husos S 4, S 5 y S 6 sólo podrán utilizarse para tráfico ligero y cuando expresamente se indique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada.

CUADRO 500.1

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)					
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
50	100	100	—	—	—	—
25	—	75-95	100	100	100	100
10	30-65	40-75	50-85	60-100	—	—
5	25-65	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
2	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
0,40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
0,080	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25

### **500.2.3 Calidad**

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a cincuenta (50).

### **500.2.4 Capacidad de soporte**

La capacidad de soporte del material utilizado en la subbase cumplirá la siguiente condición:

Índice CBR superior a veinte (20), determinado de acuerdo con la Norma NLT-111/58.

### **500.2.5 Plasticidad**

En subbases para tráfico pesado y medio el material será no plástico, y su equivalente de arena será superior a treinta (30).

En subbases para tráfico ligero se cumplirán las condiciones siguientes:

Límite líquido inferior a veinticinco ( $LL < 25$ ).

Índice de plasticidad inferior a seis ( $IP < 6$ ).

Equivalente de arena mayor que veinticinco ( $EA > 25$ ).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT-113/72.

## **500.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **500.3.1 Preparación de la superficie existente**

La subbase granular no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

### **500.3.2 Extensión de una tongada**

Una vez comprobada la superficie de asiento de la tongada, se procederá a la extensión de ésta. Los materiales serán extendidos, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación o contaminación, en tongadas de espesor lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido.

Después de extendida la tongada se procederá, si es preciso, a su humectación. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que la humectación de los materiales sea uniforme.

### **500.3.3 Compactación de la tongada**

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación de la subbase granular; la cual se continuará hasta alcanzar una densidad igual, como mínimo, a la que corresponda al noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado según la Norma NLT-108/72.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de fábricas, no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando, se compactarán con los medios adecuados para el caso; de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la subbase granular.

La compactación se efectuará longitudinalmente; comenzando por los bordes exteriores, progresando hacia el centro y solapándose en cada recorrido un ancho no inferior a un tercio (1/3) del elemento compactador.

Se extraerán muestras para comprobar la granulometría y, si ésta no fuera la correcta, se añadirán nuevos materiales o se mezclarán los extendidos hasta que cumpla la exigida. Esta operación se realizará especialmente en los bordes para comprobar que una eventual acumulación de finos no reduzca la capacidad drenante de la subbase.

No se extenderá ninguna tongada en tanto no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente.

Cuando la subbase granular se componga de materiales de distintas características o procedencias, se extenderá cada uno de ellos en una capa de espesor uniforme, de forma que el material más grueso ocupe la capa inferior y el más fino la superior. El espesor de cada una de estas capas será tal, que, al mezclarse todas ellas, se obtenga una granulometría que cumpla las condiciones exigidas. Estas capas se mezclarán con niveladoras, rastras, gradas de discos, mezcladoras rotatorias, u otra maquinaria aprobada por el Director de las obras, de manera que no se perturbe el material de las subyacentes. La mezcla se continuará hasta conseguir un material uniforme, el cual se compactará con arreglo a lo expuesto anteriormente.

### **500.4 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar a la teórica en ningún punto; ni diferir de ella en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los Planos para la subbase granular.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas se corregirán por el Contratista, de acuerdo con las instrucciones del Director.

#### **500.5 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Las subbases granulares se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los dos grados centígrados (2° C); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico hasta que no se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie. El Contratista será responsable de los daños originados por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Director.

#### **500.6 MEDICION Y ABONO**

La subbase granular se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados medidos en las secciones tipo señaladas en los Planos.

## 501 ZAHORRA ARTIFICIAL

### 501.1 DEFINICION

Zahorra artificial es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo.

### 501.2 MATERIALES

#### 501.2.1 Condiciones generales

Los materiales procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, en cuyo caso la fracción retenida por el tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un cincuenta por ciento (50 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) caras o más de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

#### 501.2.2 Composición granulométrica

- La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE será menor que la mitad (1/2) de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE, en peso.
- La curva granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de uno de los husos reseñados en el Cuadro 501.1. El huso a emplear será el indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el que, en su defecto, señale el Director de las obras.
- El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada.

CUADRO 501.1

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)		
	Z 1	Z 2	Z 3
50	100	—	—
40	70-100	100	—
25	55-85	70-100	100
20	50-80	60-90	70-100
10	40-70	45-75	50-80
5	30-60	30-60	35-65
2	20-45	20-45	20-45
0,40	10-30	10-30	10-30
0,080	5-15	5-15	5-15

### 501.2.3 Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

### 501.2.4 Plasticidad

El material será no plástico.

El equivalente de arena será superior a treinta (30).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT-113/72.

## 501.3 EJECUCION DE LAS OBRAS

### 501.3.1 Preparación de la superficie existente

La zahorra artificial no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades, que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

### 501.3.2 Preparación del material

El procedimiento de preparación del material deberá garantizar el cumplimiento de las condiciones granulométricas y de calidad exigidas. Ello exigirá normalmente la dosificación en central. Sin embargo, cuando el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares lo señale expresamente, o el Director lo autorice, podrá efectuarse la mezcla in situ.

### **501.3.3 Extensión de una tongada**

Una vez comprobada la superficie de asiento de la tongada, se procederá a la extensión de ésta. Los materiales previamente mezclados serán extendidos, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación o contaminación, en tongadas de espesor uniforme, lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido.

Después de extendida la tongada se procederá, si es preciso, a su humectación. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados. En el caso de que fuera preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que la humectación de los materiales sea uniforme.

### **501.3.4 Compactación de la tongada**

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación de la zahorra artificial, la cual se continuará hasta alcanzar una densidad igual a la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que, en todo caso, será, como mínimo, la que corresponde al porcentaje (%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, que se señala a continuación:

El cien por ciento (100 %) en capas de base para tráfico pesado y medio.

El noventa y ocho por ciento (98 %) en capas de base para tráfico ligero.

El noventa y cinco por ciento (95 %) en capas de subbase.

El ensayo Proctor modificado se realizará según la Norma NLT-108/72.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de fábrica no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando, se compactarán con los medios adecuados para el caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa de zahorra artificial.

El apisonado se ejecutará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores, progresando hacia el centro, y solapándose en cada recorrido un ancho no inferior a un tercio (1/3) del elemento compactador. El acabado final se efectuará utilizando rodillos estáticos.

Se extraerán muestras para comprobar la granulometría; y, si ésta no fuera la correcta, se añadirán nuevos materiales o se mezclarán los extendidos, hasta que cumpla la exigida.

No se extenderá ninguna tongada en tanto no hayan sido realizadas la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente.

Cuando la zahorra artificial se componga de materiales de distintas características o procedencias y se haya autorizado la mezcla in situ, se extenderá cada uno de ellos en una capa de espesor uniforme, de forma que el material más grueso ocupe la capa inferior y el más fino la superior. El espesor de cada una de estas capas será tal que, al mezclarse todas ellas, se obtenga una granulometría que cumpla las condiciones exigidas. Estas capas se mezclarán con niveladoras, rastras, gradas de discos, mezcladoras rotatorias u otra maquinaria aprobada por el Director, de manera que no se perturbe el material de las subyacentes. La mezcla se continuará hasta conseguir un material uniforme, el cual se compactará con arreglo a lo expuesto anteriormente.

#### **501.4 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pasa por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar a la teórica en ningún punto, ni diferir de ella en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los Planos para la capa de zahorra artificial.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas se corregirán por el Contratista, de acuerdo con las instrucciones del Director.

#### **501.5 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Las capas de zahorra artificial se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los dos grados centígrados (2° C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, hasta que no se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie. El Contratista será responsable de los daños originados por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Director.

#### **501.6 MEDICION Y ABONO**

La zahorra artificial se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados, medidos en las secciones tipo señaladas en los Planos.

## 502 MACADAM

### 502.1 DEFINICION

Se define como macadam el material constituido por un conjunto de áridos de granulometría discontinua, que se obtiene extendiendo y compactando un árido grueso cuyos huecos se rellenan con un árido fino, llamado recebo.

### 502.2 MATERIALES

#### 502.2.1 Arido grueso

##### 502.2.1.1 Condiciones generales

El árido grueso procederá del machaqueo y trituración de piedra de cantera, o grava natural; en cuyo caso deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

##### 502.2.1.2 Composición granulométrica

La curva granulométrica del árido grueso estará comprendida dentro de uno de los husos indicados en el Cuadro 502.1. El huso a emplear será el indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el que, en su defecto, señale el Director de las obras.

CUADRO 502.1

CEDAZO UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)			
	M 1	M 2	M 3	M 4
100	100	—	—	—
90	90-100	—	—	—
80	—	100	—	—
63	—	90-100	100	—
50	—	—	90-100	100
40	0-10	0-10	—	80-90
25	—	—	0-10	—
20	0-5	0-5	—	0-10
12,5	—	—	0-5	0-5

### 502.2.1.3 Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

## 502.2.2 Recebo

### 502.2.2.1 Condiciones generales

El recebo será, en general, una arena natural, suelo seleccionado, detritus de machaquo o material local.

### 502.2.2.2 Composición granulométrica

La totalidad del recebo pasará por el cedazo 10 UNE. La fracción cernida por el tamiz 5 UNE será superior al ochenta y cinco por ciento (85 %), en peso.

La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE estará comprendida entre el diez por ciento (10 %) y el veinticinco por ciento (25 %), en peso.

### 502.2.2.3 Plasticidad

El recebo cumplirá la condición de ser no plástico.

El equivalente de arena será superior a treinta (30).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT 113/72.

## 502.3 EJECUCION DE LAS OBRAS

### 502.3.1 Preparación de la superficie existente

El macadam no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

### 502.3.2 Extensión y compactación del árido grueso

Una vez comprobada la superficie de asiento de la tongada, se procederá a la construcción de ésta. El árido grueso será extendido en tongadas de espesor uniforme, comprendido entre diez centímetros (10 cm) y veinte centímetros (20 cm).

Después de extendida la tongada del árido grueso, se procederá a su compactación. Esta se ejecutará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores, progresando hacia el centro, y solapándose en cada recorrido un ancho no inferior a un tercio (1/3) del elemento compactador. La compactación se continuará hasta que el árido grueso haya quedado perfectamente trabado y no se produzcan corrimientos, ondulaciones o desplazamientos delante del compactador.

Las irregularidades que se observen se corregirán después de cada pasada; y no se extenderá ninguna nueva tongada, en tanto no hayan sido realizadas la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de fábrica no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando, se compactarán mediante pisonos mecánicos u otros medios aprobados por el Director, hasta lograr resultados análogos a los obtenidos por los procedimientos normales.

### **502.3.3 Recebado**

Una vez que el árido haya quedado perfectamente encajado, se procederá a las operaciones necesarias para rellenar sus huecos con el material aceptado como recebo.

La extensión del recebo se realizará con la dotación aprobada por el Director, e inmediatamente después de su extensión se procederá a su compactación.

Si en dicha compactación no se utilizan elementos vibratorios, la extensión del recebo se realizará de manera gradual y uniforme, constituyendo delgadas capas, que se compactarán y regarán con agua, hasta conseguir su inclusión entre el árido grueso. Estas operaciones pueden facilitarse mediante el uso de cepillos o escobas de mano, y se continuarán hasta que el Director estime que se ha alcanzado una estabilidad suficiente.

Si la compactación se efectúa con elementos vibratorios, sobre el árido grueso encajado se extenderá, aproximadamente, un cincuenta por ciento (50 %) del recebo previsto para rellenar el total de los huecos, pasando a continuación el vibrador hasta que se haya conseguido su penetración. Esta operación se repetirá, a continuación, con una cantidad de recebo algo inferior al otro cincuenta por ciento (50 %); y, finalmente, se volverá a repetir con la cantidad de recebo restante. En todo caso, será preciso evitar que un exceso de vibración llegue a ocasionar que las piedras que componen el árido grueso dejen de estar en contacto.

La humectación de la superficie se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director.

Las zonas que no hayan quedado suficientemente rellenas de recebo se tratarán manualmente, ayudándose mediante el empleo de cepillos o escobas de mano.

El acabado final del macadam se efectuará utilizando rodillos estáticos.

### **502.4 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a lo dispuesto en los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar a la teórica en ningún punto.

La superficie no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en las que las irregularidades excedan de las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, se reconstruirán, de acuerdo con las instrucciones del Director; a no ser que éste autorice a que se modifique convenientemente la rasante, si el error es por exceso y se va a disponer encima otra capa de firme; o a que se disponga una capa de regularización adecuada, si se va a disponer encima el pavimento.

#### **502.5 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

El macadam se ejecutará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los dos grados centígrados (2° C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, hasta que se haya completado su compactación y recebado. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie. El Contratista será responsable de los daños originados por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Director.

#### **502.6 MEDICION Y ABONO**

El macadam se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados, medidos en las secciones tipo señaladas en los Planos.

## 510 SUELOS ESTABILIZADOS IN SITU CON CAL

### 510.1 DEFINICION

Se define como suelo estabilizado con cal la mezcla íntima, convenientemente compactada, de suelo, cal y agua, que se efectúa con el fin de modificar determinadas propiedades de los suelos.

### 510.2 MATERIALES

#### 510.2.1 Cal

##### 510.2.1.1 Condiciones generales

Ver Artículo 200, «Cal aérea», del presente Pliego.

La cal a emplear en estabilizaciones será del tipo designado como cal aérea tipo I.

No obstante, el Director de las obras podrá autorizar el empleo de cal aérea tipo II, siempre que cumpla las condiciones de composición química y finura de molido que se señalan a continuación.

##### 510.2.1.2 Composición química

El contenido de óxido cálcico y magnésico será, como mínimo, del setenta y cinco por ciento (75 %), en peso.

##### 510.2.1.3 Finura de molido

Al tamizar por vía húmeda, después del apagado, los rechazos ponderales acumulados máximos, sobre los tamices que se indican, serán los que se señalan a continuación:

Tamiz UNE	Rechazo ponderal acumulado máximo (%)
0,80	0
0,16	15

### **510.2.2 Material a estabilizar**

Los materiales a estabilizar serán suelos o materiales locales exentos de materia vegetal u orgánica en cantidades perjudiciales.

No deberán contener partículas de tamaño superior a ochenta milímetros (80 mm) o a la mitad del espesor de la tongada compactada.

El rechazo del tamiz 0,080 UNE será inferior al ochenta y cinco por ciento (85 %), en peso.

### **510.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA**

El tipo y composición de la mezcla serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **510.4 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **510.4.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- El contenido de cal.
- El contenido de agua del suelo en el momento del mezclado, y el de la mezcla en el de la compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.
- El valor mínimo del Índice CBR de la mezcla a los siete (7) días, si se exige en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se admitirá una tolerancia en la dosificación de cal, respecto de la prescrita en la fórmula de trabajo, de un tres por mil ( $\pm 0,3\%$ ) del peso seco de material a estabilizar, siempre que se respete una dosificación mínima del tres por ciento (3 %) del peso seco de material a estabilizar; y del diez por ciento (10 %) del peso de la cal cuando la dosificación de cal sea menor.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la estabilización, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

#### **510.4.2 Preparación de la superficie existente**

Si la superficie existente presenta deficiencias o irregularidades que excedan de las tolerancias exigidas en este Pliego, se corregirán de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente.

El Director podrá ordenar el escarificado y disgregación del suelo, previos al extendido de la cal, así como su eventual humectación, cuando la naturaleza del suelo y las características de la maquinaria así lo aconsejen.

#### **510.4.3 Distribución de la cal**

La cal se distribuirá uniformemente, de acuerdo con la dosificación establecida, utilizando maquinaria adecuada, aprobada por el Director.

En zonas en que por su reducida extensión no se justifique, a juicio del Director, el empleo de maquinaria, la cal podrá distribuirse a mano. Para ello los sacos se colocarán sobre el suelo formando filas longitudinales y transversales, a una distancia adecuada unos de otros, según la dosificación que corresponda. La distancia entre las filas longitudinales será aproximadamente igual a la distancia entre las transversales.

#### **510.4.4 Mezclado**

La mezcla *in situ* se realizará mediante máquinas que permitan la disgregación del suelo a la profundidad establecida en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares si esta disgregación no ha sido previamente realizada y, en todo caso, la mezcla uniforme del suelo con la cal extendida en su superficie. El mezclado deberá proseguirse hasta la obtención de una mezcla homogénea de la cal con el suelo, lo que se reconocerá por el color uniforme de la mezcla.

Si se emplea el estabilizante en forma de cal en polvo, se añadirá el agua necesaria conforme se realiza la mezcla. La cantidad de agua requerida será la necesaria para alcanzar el contenido de humedad fijado en la fórmula de trabajo. En todo caso, se tendrán en cuenta las precipitaciones y evaporaciones de agua que puedan tener lugar durante la realización de los trabajos.

El agua se agregará uniformemente, y deberá evitarse que escurra por las roderas dejadas por el equipo de humectación.

Si se emplea el estabilizante en forma de lechada no será, en general, necesaria la adición de agua.

La disgregación de la mezcla deberá conseguir que los grumos sean inferiores a veinte milímetros (20 mm). Si esta condición resultara difícil de cumplir se procederá a un mezclado en dos etapas, dejando curar la mezcla entre ambas operaciones un período de veinticuatro (24) a cuarenta y ocho (48) horas, cuidando de mantener la humedad adecuada. En este caso el suelo se compactará ligeramente, después de la mezcla inicial, si existe riesgo de precipitaciones.

#### **510.4.5 Compactación de la mezcla**

Al principio de la compactación, la humedad del suelo estabilizado con cal no deberá diferir de la fijada en la fórmula de trabajo en más del dos por ciento (2%) del peso seco de la mezcla. Si, a pesar de ello, al compactar se produjesen fenómenos de inestabilidad o arrollamiento, deberá reducirse la humedad por nueva mezcla y/o aireación, hasta que dejen de producirse tales fenómenos.

En el momento de iniciar la compactación, la mezcla deberá hallarse suelta en todo su espesor. En el caso de que fuera preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que la humectación de los materiales sea uniforme.

La compactación se iniciará longitudinalmente por el punto más bajo de las distintas bandas, y se continuará hacia el borde más alto de la capa; solapándose los elementos de compactación en sus pasadas sucesivas, que deberán tener longitudes ligeramente distintas.

Durante la compactación podrá procederse a una nivelación o conformación de la superficie, para conseguir la rasante y sección definidas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo.

La densidad a obtener deberá ser, como mínimo, igual a la máxima obtenida en el ensayo Proctor normal, determinado según la Norma de ensayo NLT-107/72.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de fábrica, no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando para la compactación de la capa, se compactarán con los medios adecuados para el caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

#### **510.4.6 Acabado de la superficie**

Después de la compactación, la superficie de la mezcla se conformará hasta alcanzar las rasantes y perfiles señalados en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo. Si la superficie presenta irregularidades inadmisibles, huellas o discontinuidades, deberá escarificarse ligeramente, recompactando otra vez la zona afectada, previa adición del agua necesaria.

#### **510.4.7 Curado final de la mezcla**

La mezcla se mantendrá húmeda durante un período de cinco (5) a siete (7) días.

Durante este tiempo, la humedad de la capa estabilizada deberá mantenerse dentro del entorno de la humedad fijada en la fórmula de trabajo; para lo cual, a no ser que se disponga un riego de sellado, si se producen evaporaciones deberá regarse dicha capa.

Salvo que el Director autorice otra cosa, el riego de sellado se realizará con el material y dotación previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y de acuerdo con lo indicado en el Artículo 531, «Riegos de adherencia».

#### **510.5 TRAMOS DE PRUEBA**

Al iniciarse los trabajos, el Contratista construirá una sección de ensayo de unos quince metros (15 m) de longitud y tres metros (3 m) de ancho mínimo, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente.

Se tomarán muestras del suelo estabilizado, y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas sobre grado de disgregación del suelo, humedad, espesor de la capa, densidad, proporción de cal y demás requisitos exigidos.

En el caso de que los ensayos indicasen que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones; y, si fuera preciso, se modificará la fórmula de trabajo.

#### **510.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar la teórica en ningún punto, ni diferir de ella más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la capa de suelo estabilizado con cal.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con las instrucciones del Director. Cuando sea necesario remover la capa de suelo estabilizado, deberá agregarse un mínimo de un medio por ciento (0,5 %) de cal y mezclarse añadiendo el agua necesaria.

#### **510.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Las estabilizaciones con cal se realizarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los dos grados centígrados (2° C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

No se aplicará la cal cuando la humedad del suelo a estabilizar exceda en más del dos por ciento (2 %), del peso seco del suelo, de la humedad establecida para el mezclado en la fórmula de trabajo.

Con lluvias ligeras se podrán realizar normalmente las operaciones de extensión de la cal, mezclado y compactación.

Si se producen fuertes aguaceros, sin llegar a inundar la explanada de la carretera, y no hay temor de arrastre de la cal, podrán continuarse las obras un día (1 d) o dos días (2 d) después de pasadas las lluvias.

Debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico sobre las capas en ejecución hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

## **510.8 PRECAUCIONES ESPECIALES**

El hidróxido cálcico, o cal apagada, no es peligroso en su manipulación; siempre que se tomen algunas precauciones elementales.

El óxido de calcio, o cal viva, es, sin embargo, mucho más peligroso en su manipulación, por tener propiedades cáusticas que pueden producir fácilmente quemaduras en la piel.

Por consiguiente, deberán tomarse medidas especiales para evitar la producción de quemaduras en los operarios, mediante el uso de trajes especiales, guantes, mascarillas, gafas, capuchones o el uso de cremas protectoras.

El botiquín deberá estar dotado de productos para curar quemaduras.

## **510.9 MEDICION Y ABONO**

En el caso de que la totalidad del suelo estabilizado sea de aportación, no habrá lugar al abono por separado de la preparación de la superficie existente; considerándose ésta incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, siempre y cuando dicha construcción haya sido ejecutada bajo el mismo Contrato. De no cumplirse alguna de las condiciones anteriores, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ), realmente preparados, medidos en el terreno.

La cal empleada en la estabilización se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo. No se abonará la cal que haya sido desplazada antes de la mezcla in situ.

La ejecución del suelo estabilizado con cal se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) de material realmente estabilizado, los cuales se medirán como producto de la superficie realmente estabilizada, medida en el terreno, por el espesor medio estabilizado, deducido de los ensayos de control de espesor.

La aplicación del ligante bituminoso para el sellado se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados ( $25^{\circ}C$ ), por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

## 511 SUELOS ESTABILIZADOS CON PRODUCTOS BITUMINOSOS

### 511.1 DEFINICION

Se define como suelo estabilizado con un producto bituminoso, la mezcla íntima, convenientemente compactada, de suelo, agua, ligante bituminoso y eventualmente adiciones, cuyo fin es mejorar las características resistentes del suelo, disminuyendo su capacidad de absorción de agua y/o aumentando su cohesión, por efecto de la incorporación del ligante bituminoso.

Se distinguen dos métodos generales de construcción, según el lugar en que se efectúe la mezcla del suelo con el agua y el ligante bituminoso:

- Mezcla en situ.
- Mezcla en central.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el método a seguir.

### 511.2 MATERIALES

#### 511.2.1 Suelo

##### 511.2.1.1 Condiciones generales

Los materiales a estabilizar con productos bituminosos serán suelos de procedencia local que puedan ser pulverizados económicamente, exentos de cantidades perjudiciales de materia orgánica, arcillas de alta plasticidad o materiales micáceos.

##### 511.2.1.2 Granulometría

La curva granulométrica del suelo estará comprendida dentro de los siguientes límites:

Tamiz UNE	Cernido ponderal acumulado (%)
5	50 - 100
0,40	35 - 100
0,080	0 - 50

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá exigir un huso más estricto que el anteriormente indicado.

El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la capa compactada.

#### 511.2.1.3 Plasticidad

Salvo que el Contratista demuestre que el equipo de que dispone tiene capacidad para disgregar y mezclar de forma íntima y homogénea el material con el ligante bituminoso, la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE cumplirá las condiciones siguientes:

Límite líquido inferior a treinta y cinco ( $LL < 35$ ) e Índice de Plasticidad inferior a quince ( $IP < 15$ ).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las normas de ensayo NLT-105/72 y NLT-106/72.

#### 511.2.2 Ligante bituminoso

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indicará el ligante bituminoso a emplear, que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

BQ 30 y BQ 38. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

MC1, MC2, MC3, RC1, RC2, RC3. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».

EAL, EAM y EAMf, ECL, ECLf y ECM. Ver Artículo 213, «Emulsiones asfálticas».

#### 511.2.3 Adiciones

Si se utilizan adiciones para rebajar la tensión superficial, mejorar la adherencia y rebajar la plasticidad, el Director de las obras aprobará el método a emplear para efectuar su incorporación a la mezcla.

### 511.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

El tipo y composición de la mezcla serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La dosificación del ligante bituminoso deberá ser capaz de conferir a la mezcla compactada suficiente cohesión o impermeabilidad, o ambas cosas, según el fin que se persiga con la estabilización.

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la dosificación de la mezcla se efectuará de forma que se cumplan las limitaciones de la Tabla 511.1.

La estabilidad se determinará con el aparato Hubbard-Field, según la Norma NLT-160/73. El entumecimiento se determinará según la Norma NLT-163/72.

TABLA 511.1

	SUELO-ALQUITRAN		SUELO-BETUN FLUIDIFICADO		SUELO EMULSION	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Estabilidad, en probeta desecada (kgf)	500	—	500	—	—	—
Estabilidad, en probeta saturada (kgf)	200	—	200	—	500	—
Absorción de agua (%)	—	7	—	7	—	7
Entumecimiento (%)	—	5	—	5	—	5

#### 511.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

##### 511.4.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- El tanto por ciento (%), en peso, de ligante bituminoso sobre el peso del suelo seco.
- El tanto por ciento de agua que debe contener el suelo en el momento del mezclado.
- El tanto por ciento de agua y disolventes volátiles que debe contener la mezcla en el momento de la compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.

Se admitirá una tolerancia en la dosificación de ligante bituminoso, respecto de la prescrita en la fórmula de trabajo, de un uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) del peso seco del material a estabilizar, si la mezcla tiene lugar in situ; y de un medio por ciento ( $\pm 0,5\%$ ) en el caso de mezcla en central.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la estabilización, justificándolo debidamente, mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

##### 511.4.2 Preparación de la superficie existente

Cuando se emplee el procedimiento de mezcla in situ en varias pasadas, utilizando el propio suelo de la explanada, deberá escarificarse dicho suelo en toda la anchura de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para producir, una vez compactada, una capa de suelo estabilizada del espesor señalado en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Salvo indicación en contrario del Director, la operación de escarificado se realizará al menos dos (2) días antes de la operación de disgregación.

Si se añade suelo de aportación para corregir el existente, se mezclarán uniformemente ambos suelos, en todo el espesor de la capa a estabilizar, antes de iniciar la aplicación de ligante.

En el caso de emplear el procedimiento de mezcla in situ, ejecutado en una sola pasada, no será necesario la previa escarificación ni el mezclado del suelo de aportación. Si el terreno a estabilizar es el de la explanación, se nivelará ésta a las cotas previstas. Si hay terreno de aportación, se extenderá éste sobre la explanada nivelada, con el espesor uniforme previsto.

Si todo el suelo empleado es de aportación, o la mezcla se realiza en central, se comprobará, antes de extenderlo, que la superficie existente tiene la densidad exigida y las rasantes indicadas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

#### **511.4.3 Método de mezcla in situ**

##### **511.4.3.1 Disgregación del suelo**

El suelo que vaya a ser estabilizado se disgregará previamente, hasta conseguir una eficacia del ochenta y cinco por ciento (85 %), referida al tamiz 10 UNE, y del setenta y cinco por ciento (75 %), referida al tamiz 5 UNE. Por eficacia de disgregación se entiende la relación entre el cernido en seco en obra y el cernido en húmedo en laboratorio, por el tamiz a que se refiere.

En el caso de algunos suelos difíciles de pulverizar en su estado natural, se puede facilitar la operación por una humectación previa.

La cantidad de agua necesaria para la disgregación óptima varía con el tipo de suelo; en todo caso, no deberá rebasar al del contenido óptimo de humedad para realizar la operación de mezcla. Esta aportación de agua deberá realizarse, por lo menos, veinticuatro (24) horas antes del comienzo de la operación de disgregación, con objeto de permitir que el agua empape el suelo y lo reblandezca, teniendo en cuenta las pérdidas que se puedan producir por evaporación; si éstas son de temer, se incrementará la dotación de agua del riego en la cantidad precisa para compensarlas.

Salvo indicación en contra del Director, la operación de disgregación del suelo deberá realizarse al menos dos (2) días antes de la operación de mezcla.

##### **511.4.3.2 Humedad del suelo**

Inmediatamente antes de realizar la mezcla, el contenido de agua del suelo disgregado deberá ser tal, que permita un mezclado uniforme e íntimo con el ligante bituminoso, mediante el equipo que se utilice. Si hubiera que aumentar la humedad, se añadirá agua al suelo antes de su mezcla.

El Director podrá autorizar la utilización de una adición para mejorar la adherencia entre el ligante y el suelo, o para regular el tiempo de rotura cuando se usen emulsiones asfálticas.

#### 511.4.3.3 Aplicación del ligante

Antes de aplicar el ligante bituminoso, deberá perfilarse la superficie del suelo, disgregado y con la humedad debida, para que tenga aproximadamente la sección definitiva que indiquen los Planos, o bien, si el equipo mezclador que se utiliza así lo requiere, deberá formarse un caballón de sección y densidad uniformes.

Seguidamente se aplicará el producto bituminoso, con la dotación y temperatura aprobadas por el Director, de manera uniforme y evitando, en su caso, la duplicación o reducción de la dotación en las zonas de borde.

Cuando se emplee la maquinaria de tipo más elemental y la aplicación del ligante se haga independientemente de la operación de mezcla, deberá fraccionarse en dos (2) o más aplicaciones, aproximadamente iguales, mezclando después de cada aplicación.

La velocidad del equipo deberá regularse convenientemente para conseguir la mayor eficacia, y las operaciones de mezclado se reiterarán hasta obtener un material homogéneo y exento de concentraciones de ligante. Cuando no se disponga de un medio rápido para asegurar la uniformidad de la mezcla, se continuará hasta que presente un color uniforme.

Si la mezcla se realiza por medio de niveladoras o gradas de discos y el espesor señalado en los Planos excede de quince centímetros (15 cm), deberán fraccionarse las operaciones de mezcla en dos (2) o más tongadas, de espesor inferior a la antedicha limitación.

#### 511.4.4 Método de mezcla in situ, en una sola pasada

Cuando se emplee el procedimiento de mezcla in situ utilizando un mezclador de una sola pasada, una vez preparada la superficie existente, o extendido uniformemente el material de aportación, las operaciones de disgregación del suelo, adición de agua, adición del ligante bituminoso y mezcla de los tres componentes, se realizará en una sola pasada, regulando la velocidad de avance y el caudal de agua y ligante, de manera que todas las operaciones se realicen con la máxima eficacia y la mezcla quede homogénea y con las dotaciones previstas de agua y ligante bituminoso.

#### 511.4.5 Método de mezcla en central

##### 511.4.5.1 Fabricación de la mezcla

La mezcla se realizará en una amasadera, provista de dosificadores que permitan suministrar, por separado y sucesivamente, el suelo disgregado, el agua y el ligante bituminoso, en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

La amasadura se proseguirá hasta obtener un material homogéneo y exento de concentraciones de ligante. Cuando no se disponga de un medio rápido que asegure la uniformidad de la mezcla, se continuará hasta que ésta presente un color uniforme.

En las instalaciones de mezcla discontinua, no se volverá a cargar la amasadera sin haber vaciado totalmente su contenido.

#### 511.4.5.2 Transporte de la mezcla

En el transporte de la mezcla se tomarán las mayores precauciones para reducir al mínimo la segregación y las pérdidas de humedad y disolventes volátiles. En tiempo caluroso o en grandes recorridos, en que se presume que pueden producirse pérdidas apreciables, se cubrirá la mezcla, durante el transporte, con lonas u otros cobertores adecuados.

#### 511.4.6 Extensión y compactación de la mezcla

Después de las operaciones de mezclado y eventual transporte, la mezcla se extenderá uniformemente y con el espesor previsto.

Para comenzar la operación de compactación es necesario que la mezcla tenga la humedad óptima de apisonado. En ciertos casos, tal y como cuando se emplean emulsiones asfálticas, suelos arcillosos y/o equipos elementales de mezclado, la humedad de mezcla puede ser superior a la óptima de compactación. En estos casos, se procederá a la aireación de la mezcla con los medios de que se disponga en obra hasta alcanzar por evaporación el óptimo deseado.

Una vez alcanzada esta humedad óptima y extendida la mezcla uniformemente con el espesor previsto, se comenzará inmediatamente la compactación de la capa, prosiguiéndose hasta alcanzar una densidad igual, como mínimo, a la que corresponda al noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la Norma NLT-108/72.

La compactación se iniciará longitudinalmente por el punto más bajo de las distintas bandas y se continuará hacia el borde más alto de la capa, solapándose los elementos de compactación en las pasadas sucesivas, que deberán tener longitudes ligeramente distintas.

Cuando los compactadores hayan realizado aproximadamente las dos terceras partes del trabajo de compactación, se realizará, si es necesario, un perfilado de la superficie a las rasantes previstas, continuando esta última fase de la operación con los compactadores y la niveladora, hasta obtener la compacidad y el perfil requerido de acuerdo con las prescripciones de este Artículo.

Con independencia del tipo de compactadores empleados y para quitar las huellas de los rodillos y niveladoras, el apisonado final deberá hacerse con apisonadoras de neumáticos.

Durante la operación de compactación y reperfilado se comprobará frecuentemente el espesor de la capa estabilizada, y una vez terminada se comprobará la densidad obtenida.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de fábrica no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando para la compactación de la capa, se compactarán con los medios adecuados para el caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

#### 511.5 TRAMOS DE PRUEBA

Al iniciarse los trabajos, el Contratista construirá secciones de ensayo, del ancho y longitud adecuadas, de acuerdo con las instrucciones del Director.

Se tomarán muestras del suelo estabilizado y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas sobre grado de disgregación del suelo, humedad, espesor de la capa, densidad, proporción de ligante bituminoso y demás requisitos exigidos.

En el caso de que los ensayos indicasen que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones y, si fuera preciso, se modificará la fórmula de trabajo.

#### **511.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de refino o referencia, niveladas hasta milímetros (mm), con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar la teórica en ningún punto, ni diferir de ella en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los Planos para la capa de suelo estabilizado con ligante bituminoso.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la zona estabilizada.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo siguiente:

- En las zonas que deban recortarse se recompactará el área perturbada, hasta alcanzar la misma densidad que en el resto de la capa.
- En las zonas que deban recrecerse, se escarificará previamente, para asegurar la trabazón del recrecimiento.

#### **511.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Las estabilizaciones con un ligante bituminoso se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los quince grados centígrados (15° C). No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en diez grados centígrados (10° C) la temperatura límite inferior para poder ejecutar la mezcla. Los límites anteriores serán rebajados en cinco grados centígrados (5° C), cuando la aplicación del ligante se efectúe directamente en la máquina de una sola pasada o en la mezcladora de la planta fija.

El material estabilizado que no haya sido compactado al final de la jornada se recogerá en un caballón, para extenderlo y compactarlo al día siguiente. Asimismo se recogerá en un caballón cuando llueva, y éste no se extenderá hasta que su superficie esté seca.

Se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico sobre las capas recién ejecutadas, hasta que no se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie. El Contratista será responsable de los daños originados por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las prescripciones del presente Artículo.

## 511.8 MEDICION Y ABONO

En el caso de que la totalidad del suelo estabilizado sea de aportación, no habrá lugar al abono por separado de la preparación de la superficie existente; considerándose ésta incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, siempre y cuando dicha construcción haya sido realizada bajo el mismo Contrato. De no cumplirse alguna de las condiciones anteriores, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) realmente preparados, medidos sobre el terreno.

El ligante bituminoso empleado en la estabilización se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados ( $25^{\circ} C$ ) por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

La ejecución del suelo estabilizado con un ligante bituminoso se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) de material estabilizado, los cuales se medirán, en el caso de mezcla in situ, como producto de la superficie realmente estabilizada, medida en el terreno, por el espesor medio estabilizado, deducido de los ensayos de control de espesor; cuando la mezcla se realice en central, se obtendrán directamente de la cubicación de las secciones-tipo señaladas en los Planos. En este caso de mezcla en central, el abono comprenderá el suelo de aportación.

## 512 SUELOS ESTABILIZADOS CON CEMENTO

### 512.1 DEFINICION

Se define como suelo estabilizado con cemento la mezcla íntima, convenientemente compactada, de suelo, cemento, agua y eventualmente adiciones, a la cual se le exigen unas determinadas condiciones de insusceptibilidad al agua, resistencia y durabilidad.

Se distinguirán dos métodos de construcción, según el lugar en que se efectúe la mezcla del suelo, cemento y agua:

- Mezcla in situ.
- Mezcla en central.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el método a seguir.

### 512.2 MATERIALES

#### 512.2.1 Cemento

Ver Artículo 202, «Cementos».

Podrán utilizarse los tipos siguientes: Portland, portland con adiciones activas, siderúrgico, puzolánico, compuesto y cementos con propiedades adicionales.

No se utilizarán cementos de categoría superior a 350.

#### 512.2.2 Suelo

##### 512.2.2.1 Condiciones generales

Los materiales a estabilizar con cemento serán suelos, materiales locales o escorias; exentos de cantidades tales de materia vegetal, u orgánica, o cualquier otra sustancia que perjudique el fraguado del cemento.

##### 512.2.2.2 Composición granulométrica

Los materiales a estabilizar con cemento tendrán un tamaño máximo inferior a la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada, sin exceder de ochenta milímetros (80 mm); no contendrán más de un ochenta por ciento (80 %), en peso, de elementos retenidos en el tamiz 2 UNE ni más de un cincuenta por ciento (50 %), en peso, de elementos que pasen por el tamiz 0,080 UNE.

Estas condiciones granulométricas podrán ser restringidas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### 512.2.2.3 Plasticidad

Salvo que el Contratista demuestre que el equipo de que dispone tiene una capacidad de disgregación suficiente para conseguir una mezcla íntima y homogénea del suelo con el cemento, la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE cumplirá las condiciones siguientes: límite líquido inferior a treinta y cinco ( $LL < 35$ ) e índice de plasticidad inferior a quince ( $IP < 15$ ).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas NLT-105/72 y NLT-106/72.

#### 512.2.2.4 Composición química

Si la proporción de sulfatos, expresada en  $SO_3$ , y determinada de acuerdo con la Norma NLT-120/72, es superior al medio por ciento (0,5 %), en peso, deberá emplearse para la estabilización cemento portland resistente al yeso. En ningún caso podrá exceder dicha proporción de sulfatos del uno por ciento (1 %), en peso.

#### 512.2.3 Agua

Ver Artículo 280, «Agua a emplear en morteros y hormigones».

#### 512.2.4 Adiciones

El empleo de adiciones estará condicionado a la aprobación del Director de las obras.

### 512.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

El tipo y composición de la mezcla serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La dosificación de cemento deberá ser capaz de conferir al suelo estabilizado compactado la resistencia a compresión simple a los siete días (7 d) que se especifique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que, en cualquier caso, no será inferior a veinte kilogramos fuerza por centímetro cuadrado ( $20 \text{ kgf/cm}^2$ ) en capas de firme y a quince kilogramos fuerza por centímetro cuadrado ( $15 \text{ kgf/cm}^2$ ) en explanadas.

### 512.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

#### 512.4.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que no se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- El contenido de cemento.
- El contenido de agua del suelo en el momento del mezclado y el de la mezcla en el de la compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.
- El valor mínimo del índice CBR de la mezcla a los siete días (7 d), si se exige en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se admitirá una tolerancia en la dosificación de cemento, respecto a la fijada en la fórmula de trabajo, de un tres por mil ( $\pm 0,3\%$ ) del peso seco del suelo, siempre que la dosificación de cemento sea igual o superior al tres por ciento ( $3\%$ ) del peso seco del suelo, y del diez por ciento ( $10\%$ ) del peso del cemento cuando la dosificación de cemento sea menor.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la estabilización; justificándolo debidamente, mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

#### **512.4.2 Preparación de la superficie existente**

Cuando se emplee el procedimiento de mezcla in situ, utilizando el propio suelo de la explanada, deberá escarificarse dicho suelo en toda la anchura de la capa que se va a mezclar, y hasta una profundidad suficiente para producir, una vez compactada, una capa de suelo estabilizado del espesor señalado en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Si se añade suelo de aportación para corregir el existente, se mezclarán uniformemente ambos suelos en todo el espesor de la capa a estabilizar, antes de iniciar la distribución del cemento.

Si todo el suelo empleado es de aportación, o la mezcla se realiza en central, se comprobará, antes de extenderlo, que la superficie subyacente tiene la densidad exigida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

#### **512.4.3 Disgregación del suelo**

El suelo que vaya a ser estabilizado se disgregará previamente, hasta conseguir una eficacia mínima del cien por ciento ( $100\%$ ), referida al cedazo 25 UNE, y del ochenta por ciento ( $80\%$ ) referida al tamiz 5 UNE. Por eficacia de disgregación se entiende la relación entre el cernido en seco en obra y el cernido en húmedo en laboratorio, por el tamiz a que se refiere.

#### **512.4.4 Humedad del suelo**

La humedad del suelo disgregado, inmediatamente antes de su mezcla con el cemento, deberá ser tal, que permita una subsiguiente mezcla uniforme e íntima de ambos, con el equipo que se utilice, y no deberá rebasar la fijada en la fórmula de trabajo. En caso necesario podrá humedecerse previamente el suelo para facilitar dicha mezcla; pero, en el caso de mezcla in situ, no podrá distribuirse el cemento mientras queden concentraciones superficiales de humedad.

Los suelos cohesivos secos se humedecerán el día anterior al de la ejecución de la mezcla, para que todos los grumos resulten interiormente mojados.

## **512.5 METODO DE MEZCLA IN SITU**

### **512.5.1 Distribución del cemento**

El cemento se distribuirá uniformemente, de acuerdo con la dosificación establecida, utilizando maquinaria adecuada, aprobada por el Director.

En zonas en que, por su reducida extensión, no se justifique, a juicio del Director, el empleo de maquinaria, el cemento podrá distribuirse a mano. Para ello los sacos se colocarán sobre el suelo, formando filas longitudinales y transversales, a una distancia adecuada unos de otros, según la dosificación que corresponda. La distancia entre las filas longitudinales será aproximadamente igual a la distancia entre las transversales.

Las operaciones de distribución se suspenderán en caso de viento fuerte.

El cemento extendido que haya sido desplazado se reemplazará antes del mezclado.

### **512.5.2 Mezcla del suelo con el cemento**

Antes de que haya transcurrido una hora (1 h) desde el vertido del cemento en un punto cualquiera, se procederá en dicho punto a mezclar el cemento con el suelo, hasta lograr que no se aprecien grumos de cemento en el amasijo.

### **512.5.3 Adición de agua**

Inmediatamente después de la mezcla de cemento con el suelo, se añadirá el agua necesaria para que la humedad de la mezcla alcance el valor fijado en la fórmula de trabajo, teniendo en cuenta las precipitaciones y evaporaciones de agua que puedan tener lugar durante la ejecución de los trabajos.

El agua se agregará uniformemente, y deberá evitarse que escurra por las roderas dejadas por el equipo de humectación.

Por ningún concepto se permitirá que los tanques regadores se paren mientras rieguen, y formen zonas con exceso de humedad. Para evitar interrupciones, se emplearán los equipos regadores necesarios; y la adición de agua continuará hasta que la mezcla tenga en cualquier punto la humedad debida, uniformemente repartida, dentro de las dos horas (2 h) siguientes al vertido del cemento en dicho punto.

### **512.5.4 Mezcla final**

La velocidad de las máquinas deberá regularse convenientemente y las operaciones de mezclado y nivelación deberán coordinarse para obtener un material homogéneo. Cuando no se disponga de un medio rápido que asegure la uniformidad de la mezcla, se continuará hasta que ésta presente un color uniforme.

La mezcla en cualquier punto no podrá permanecer más de media hora (1/2 h), sin que se proceda a su compactación y acabado, o a una nueva remoción y mezclado.

## **512.6 METODO DE MEZCLA EN CENTRAL**

### **512.6.1 Fabricación de la mezcla**

La mezcla se realizará en una amasadera, provista de dosificadores que permitan suministrar, por separado, el suelo disgregado y con la humedad adecuada, el cemento y el agua, en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

Una vez mezclados, el cemento y el suelo, de manera que en el amasijo no se aprecien grumos de cemento, se añadirá el agua necesaria para alcanzar la humedad fijada en la fórmula de trabajo. Se tendrán en cuenta las precipitaciones y evaporaciones de agua que puedan tener lugar durante la realización de los trabajos.

La amasadura se proseguirá hasta obtener un material homogéneo. Cuando no se disponga de un medio rápido que asegure la uniformidad de la mezcla, se continuará hasta que ésta presente un color uniforme.

El Director fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado.

En las instalaciones de mezcla discontinua, no se volverá a cargar la amasadera sin haber vaciado, totalmente, su contenido.

### **512.6.2 Transporte de la mezcla**

En el transporte de la mezcla se tomarán las mayores precauciones para reducir al mínimo la segregación y las pérdidas de humedad. En tiempo caluroso, o para distancias de transporte en que se presuma que pueden producirse pérdidas apreciables de humedad, se cubrirá la mezcla con lonas u otros cobertores adecuados.

### **512.6.3 Vertido y extensión de la mezcla**

Una vez comprobada la superficie de asiento del suelo estabilizado con cemento, e inmediatamente antes de la extensión del mismo, se regará dicha superficie, de forma que quede húmeda, pero no encharcada.

El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

El espesor de la tongada, antes de compactar, deberá ser tal que con la compactación se obtenga el espesor previsto en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permitirá el recrecido de espesor en capas delgadas una vez efectuada la compactación.

No se permitirá la colocación de la mezcla por semianchos continuos, con más de una hora (1 h) de diferencia entre los instantes de sus respectivas extensiones; a no ser que el Director autorice la ejecución de una junta de construcción longitudinal.

Si el suelo estabilizado con cemento se extiende en una sola tongada, el equipo de compactación deberá ser capaz de alcanzar la densidad especificada, en todo su espesor, dentro del plazo señalado en el apartado 512.7. De lo contrario, deberá extenderse el suelo estabilizado en dos (2) o más tongadas, cada una de espesor lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido.

En este último caso, la tongada superior se extenderá inmediatamente después de compactada la inferior. En cualquier caso, la compactación total debe quedar terminada antes de transcurrir el plazo señalado en el apartado 512.7. Si no se pudiese realizar la compactación total dentro de dicho plazo, no se extenderá la capa superior hasta pasados tres días (3 d), como mínimo.

#### **512.7 COMPACTACION DE LA MEZCLA**

La compactación, en cualquier punto, deberá comenzar cuando se alcance en él la humedad prescrita; y en el caso de mezcla en central, antes de que haya transcurrido una hora (1 h) desde el mezclado.

Al principio de la compactación, la humedad del suelo estabilizado con cemento no deberá diferir, de la fijada en la fórmula de trabajo, en más del dos por ciento (2 %) del peso de mezcla. Si, a pesar de ello, al compactar se produjeran fenómenos de inestabilidad o arrollamiento, deberá reducirse la humedad por nueva mezcla y/o aireación, hasta que dejen de producirse tales fenómenos.

En el caso de que fuera preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que la humectación de los materiales sea uniforme.

En el momento de iniciar la compactación, la mezcla deberá hallarse suelta en todo su espesor.

La compactación se iniciará longitudinalmente por el borde más bajo de las distintas bandas, y se continuará hacia el borde más alto de la capa; solapándose los elementos de compactación en sus pasadas sucesivas, que deberán tener longitudes ligeramente distintas. En el caso de mezcla en central, deberá disponerse en los bordes una contención lateral adecuada, que podrá consistir en unas creces.

Durante la compactación deberá procederse a una nivelación y conformación de la superficie obtenida, para conseguir la rasante y sección definidas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo.

Los equipos de compactación que se utilicen serán los necesarios para conseguir que la compactación termine dentro de las cuatro horas (4 h) siguientes a la incorporación del cemento al suelo; plazo que se reducirá a tres horas (3 h) si la temperatura del aire es superior a treinta grados centígrados (30° C).

En las fases finales de la compactación se evitará sobrecargar el suelo estabilizado con compactadores demasiado pesados, o con procesos de compactación demasiado largos; que en ningún punto podrán exceder de las dos horas (2 h) a partir del comienzo de la compactación en dicho punto.

La densidad a obtener se fijará en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y deberá ser, como mínimo, igual a la que corresponda al porcentaje de la máxima obtenida en el ensayo Proctor normal, según la Norma NLT-107/72, que se señala a continuación:

- Capas de explanada: Noventa y siete por ciento (97 %).
- Capas de firme: Cien por ciento (100 %).

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de fábrica no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando para la compactación de la capa, se compactará con los medios adecuados para el caso; de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

#### **512.8 ACABADO DE LA SUPERFICIE**

Una vez terminada la compactación de la tongada no se permitirá su recrecido. Sin embargo, y siempre dentro del plazo máximo de ejecución establecido, se podrá hacer el refinado con niveladora, hasta conseguir la rasante y sección definidas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo. A continuación, se procederá a eliminar de la superficie todo el material suelto, por medio de barredoras mecánicas u otros medios adecuados y a la recompactación posterior del área corregida.

#### **512.9 EJECUCION DE JUNTAS**

Las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede perfectamente vertical, debiendo recortarse parte de la capa terminada.

Se dispondrán juntas transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más de tres horas (3 h). Si se trabaja por fracciones del ancho, se dispondrán juntas longitudinales si existe una demora superior a una hora (1 h) entre las operaciones en franjas contiguas.

#### **512.10 CURADO DE LA MEZCLA**

La mezcla se mantendrá húmeda, por lo menos, durante los siete días (7 d) que sigan a su terminación. Para ello, antes de que transcurran veinticuatro horas (24 h) del final de las operaciones de acabado, y cuando la superficie esté todavía húmeda, se podrá aplicar un producto bituminoso, del tipo y en la cantidad que figuren en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o, en su defecto, señale el Director, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 531, «Riegos de adherencia».

Sobre las capas de firme constituidas por suelos estabilizados con cemento, se prohibirá la circulación de todo tipo de tráfico, por lo menos durante los tres (3) días siguientes a su terminación, y de vehículos pesados durante los siete (7) días siguientes a su terminación. Si durante este período los equipos de construcción, u otro tráfico, deben circular ineludiblemente por encima del riego de curado, el Director podrá ordenar se recubra éste con arena o tierra, con una dotación no superior a seis litros por metro cuadrado (6 l/m<sup>2</sup>). Al cabo de los siete días (7 d), se procederá a eliminar la arena o tierra por medio de barredoras mecánicas u otros medios adecuados.

Si dentro de los siete (7) primeros días de la fase de curado se presentasen heladas, la capa estabilizada deberá protegerse adecuadamente contra las mismas.

#### **512.11 TRAMOS DE PRUEBA**

Al iniciarse los trabajos, el Contratista construirá una sección de ensayo del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ella se probará el equipo y se determinará el plan de trabajo.

Se tomarán muestras del suelo estabilizado, y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas sobre grado de disgregación del suelo, humedad, espesor de la capa, densidad, proporción de cemento y demás requisitos exigidos.

En el caso de que los ensayos indicasen que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones; y, si fuera preciso, se modificará la fórmula de trabajo, repitiéndose la sección de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

#### **512.12 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica, que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar a la teórica en ningún punto, ni quedar por debajo de la misma en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la capa de suelo estabilizado con cemento.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo siguiente:

- El recorte, y recompactación de la zona alterada, sólo podrá hacerse si se está dentro del plazo máximo fijado para la puesta en obra. Si se hubiera rebasado dicho plazo, se reconstruirá totalmente la zona afectada, de acuerdo con las instrucciones del Director.
- El recrecimiento en capa delgada no se permitirá en ningún caso. Si la rasante de la capa de suelo estabilizado con cemento queda por debajo de la teórica en más de las tolerancias admitidas, se adoptará una de las siguientes soluciones, según las instrucciones del Director:
  - Incremento del espesor de la capa inmediatamente superior.
  - Reconstrucción de la capa de suelo estabilizado con cemento.

### **512.13 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Las estabilizaciones con cemento se efectuarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los cinco grados centígrados (5° C), y no exista fundado temor de heladas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en dos grados centígrados (2° C) la temperatura límite, para poder realizar la estabilización.

En el caso de mezcla in situ, el cemento se extenderá solamente en la superficie que pueda quedar terminada en la jornada de trabajo.

### **512.14 MEDICION Y ABONO**

En el caso de que la totalidad del suelo estabilizado sea de aportación, no habrá lugar al abono por separado de la preparación de la superficie existente; considerándose ésta incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, siempre y cuando dicha construcción haya sido realizada bajo el mismo Contrato. De no cumplirse alguna de las condiciones anteriores, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente preparados, medidos en el terreno.

El cemento empleado en la estabilización se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo, por pesada directa en báscula debidamente contrastada; o, si el Director lo autoriza, por sacos enteros, adoptándose como peso unitario el de cincuenta kilogramos (50 kg) por saco. No se abonará el cemento desplazado antes de la mezcla in situ.

La ejecución del suelo estabilizado con cemento se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de material realmente estabilizado, los cuales se obtendrán, en el caso de mezcla in situ, como producto de la superficie realmente estabilizada, medida sobre el terreno, por el espesor medio estabilizado, deducido de los ensayos de control de espesor; y, en el caso de mezcla en central, se obtendrán directamente de la cubicación de las secciones tipo señaladas en los Planos.

La aplicación del ligante bituminoso para el curado se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

## **513 GRAVA-CEMENTO**

### **513.1 DEFINICION**

Se denomina grava-cemento a la mezcla homogénea de áridos, cemento, agua y eventualmente adiciones que, convenientemente compactada, se utiliza en la construcción de firmes de carreteras.

### **513.2 MATERIALES**

#### **513.2.1 Cemento**

Ver Artículo 202, «Cementos». Podrán utilizarse los tipos siguientes: Portland, portland con adiciones activas, siderúrgico, puzolánico, compuesto y cementos con propiedades adicionales.

No se utilizarán cementos de categoría superior a 350.

#### **513.2.2 Aridos**

##### **513.2.2.1 Condiciones generales**

Serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural. Serán limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otros materiales extraños.

##### **513.2.2.2 Composición granulométrica**

La curva granulométrica estará comprendida, en general, dentro de los límites indicados en el Cuadro 513.1.

CUADRO 513.1

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)	
	GC 1	GC 2
40	—	100
25	100	75-100
20	70-100	65-90
10	50-80	40-70
5	35-60	30-55
2	25-45	22-42
0,40	10-24	10-22
0,080	1-8	1-8

El huso GC 2 sólo se empleará en la construcción de capas de subbase o arcenes, y capas de base para tráfico ligero.

#### 513.2.2.3 Caras de fractura

Los áridos a emplear en gravas-cementos para bases de tráfico pesado o medio deberán contener al menos un cincuenta por ciento (50 %), en peso, de la fracción retenida por el tamiz 5 UNE, de elementos machacados que presenten dos (2) caras o más de fractura.

#### 513.2.2.4 Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta (30) en áridos para bases de tráfico pesado o medio, e inferior a treinta y cinco (35) en los restantes casos.

#### 513.2.2.5 Plasticidad

Los áridos para capas de base de tráfico pesado o medio serán no plásticos.

En los restantes casos, la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE cumplirá las condiciones siguientes:

- Límite líquido inferior a veinticinco ( $LL < 25$ ).
- Índice de plasticidad inferior a seis ( $IP < 6$ ).

En todos los casos el equivalente de arena será superior a treinta ( $EA > 30$ ).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT-113/72.

#### 513.2.2.6 Contenido de materia orgánica y otras sustancias perjudiciales

No se utilizarán aquellos materiales que presenten una proporción de materia orgánica, expresada en ácido tánico, superior al cinco por diez mil (0,05 %), de acuerdo con la Norma UNE-7082.

La proporción de terrones de arcilla no excederá del dos por ciento (2 %), en peso, según la Norma UNE 7133.

La proporción de sulfatos, expresada en  $SO_3$  y determinada según la Norma NLT-120/72, será inferior al medio por ciento (0,5 %), en peso.

#### 513.2.2.7 Agua

Ver Artículo 280, «Agua a emplear en morteros y hormigones».

#### 513.2.2.8 Adiciones

El empleo de adiciones estará condicionado a la aprobación del Director de las obras.

### 513.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

El tipo y composición de la mezcla serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El contenido máximo de cemento, en peso, respecto del total de los áridos, será del cuatro y medio por ciento (4,5 %) en gravas-cementos para capas de base de tráfico pesado o medio, y del cuatro por ciento (4 %) en los restantes casos. El contenido mínimo de cemento será siempre del tres por ciento (3 %).

La resistencia a compresión a los siete días (7 d), de las probetas fabricadas en obra con el molde y compactación del Proctor modificado, según la Norma NLT-108/72, o de acuerdo con la Norma NLT-310/75, no será inferior a treinta y cinco kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (35 kgf/cm<sup>2</sup>) para capas de base de tráfico pesado o medio, o a treinta kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (30 kgf/cm<sup>2</sup>) en los restantes casos. Estas resistencias se refieren al caso de que el cemento empleado sea portland; cuando se utilice otro tipo de cemento, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o, en su defecto, el Director, deberá indicar la resistencia a exigir.

### 513.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

#### 513.4.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que no se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados por los cedazos y tamices 40, 25, 20, 10, 5, 2, 0,40 y 0,080 UNE.
- El contenido de cemento.
- El contenido de agua.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.

Las tolerancias admisibles respecto de la fórmula de trabajo serán las siguientes:

— Cernido por tamices superiores al 2 UNE .....	± 6 %	} Del peso del árido seco
— Cernido por tamices comprendidos entre el 2 y 0,40 UNE.	± 3 %	
— Cernido por tamiz 0,080 UNE .....	± 1,5 %	
— Cemento .....	± 0,3 %	
— Agua .....	± 0,3 %	

Durante el transcurso de la obra, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la grava-cemento, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

#### 513.4.2 Preparación de la superficie existente

La grava-cemento no se extenderá hasta que no se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo previsto en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

#### 513.4.3 Fabricación de la mezcla

La mezcla se realizará en central que permita dosificar por separado el árido, el cemento, el agua y, eventualmente, las adiciones en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

Los áridos estarán acopiados en cantidad suficiente para permitir a la instalación un trabajo continuo. En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se fijará el volumen mínimo de acopios exigibles, de acuerdo con las características de la obra y el volumen de mezcla a fabricar.

La operación de mezclado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de la mezcla de áridos, cemento y agua. Se comenzará mezclando los dos primeros y, una vez que no se aprecien grumos de cemento, se añadirá el agua necesaria para alcanzar la humedad fijada en la fórmula de trabajo, teniendo en cuenta la variación del contenido de agua que se pueda producir por lluvia o evaporación durante la ejecución de los trabajos. El amasado se proseguirá hasta obtener un material homogéneo.

El Director fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado.

En las instalaciones de mezcla discontinua, no se volverá a cargar la masadera sin haber vaciado totalmente su contenido.

Las adiciones se incorporarán disueltas en el agua de amasado.

#### **513.4.4 Transporte de la mezcla**

En el transporte de la mezcla se tomarán las mayores precauciones para reducir al mínimo la segregación y las variaciones de humedad; en tiempo caluroso, o para distancias de transporte en que se presume que pueden producirse pérdidas apreciables de humedad, se cubrirá la mezcla con lonas u otros cobertores adecuados.

#### **513.4.5 Vertido y extensión de la mezcla**

Una vez comprobada la superficie de asiento de la capa de grava-cemento, e inmediatamente antes de la extensión de la misma, se regará dicha superficie de forma que quede húmeda, pero no encharcada.

El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

El espesor de la tongada antes de compactar deberá ser tal que con la compactación se obtenga el espesor previsto en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permitirá el recrecido de espesor en capas delgadas una vez efectuada la compactación.

No se permitirá la colocación de la mezcla por semianchos contiguos con más de una hora (1 h) de diferencia entre los instantes de sus respectivas extensiones; a no ser que el Director autorice la ejecución de una junta de construcción longitudinal.

#### **513.4.6 Compactación y acabado**

La grava-cemento se compactará en una sola tongada, para lo cual se dispondrá de un equipo de compactación, que deberá ser aprobado por el Director, capaz de conseguir la densidad especificada dentro del plazo señalado. Esta densidad vendrá fijada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y, en todo caso, deberá ser por lo menos el noventa y siete por ciento (97 %) de la densidad máxima Proctor modificado de la mezcla con cemento, determinada según la Norma NLT-108/72.

La compactación se iniciará longitudinalmente por el borde más bajo de las distintas bandas y se continuará hacia el borde más alto de la capa; solapándose los elementos de compactación en sus pasadas sucesivas, que deberán tener longitudes ligeramente distintas. Deberá disponerse en los bordes de una contención lateral adecuada, que podrá consistir en unas creces.

En una sección transversal cualquiera, la compactación total deberá quedar terminada antes de que transcurran tres horas (3 h) desde que se obtuvo el primer amasijo para aquella sección. Este plazo podrá ser reducido por el Director a la vista de las condiciones climáticas específicas.

Una vez terminada la compactación de la tongada no se permitirá su recrecido. Sin embargo, y siempre dentro del plazo máximo de puesta en obra establecido, se podrá efectuar el refinado con niveladora y recompactación posterior del área corregida, de las zonas que rebasen la superficie teórica de replanteo.

#### **513.4.7 Ejecución de juntas**

Las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede perfectamente vertical, aplicando a dicho borde el tratamiento que ordene el Director.

Se dispondrán juntas de trabajos transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más de dos horas (2 h), y al final de cada jornada.

Si se trabaja por fracciones del ancho total, se dispondrán juntas de trabajo longitudinales siempre que exista desfase superior a una hora (1 h) entre las operaciones en franjas contiguas.

#### **513.4.8 Curado**

Una vez terminada la capa de grava-cemento se procederá a la aplicación de un riego con ligante bituminoso, del tipo y en la cantidad que figuren en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o que, en su defecto, señale el Director, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 531, «Riegos de adherencia».

Esta operación se efectuará antes de transcurrir doce horas (12 h) después de acabada la compactación, debiendo mantenerse hasta entonces la superficie en estado húmedo.

Se prohibirá la circulación de vehículos pesados sobre las capas recién ejecutadas al menos durante los tres días (3 d) siguientes a su terminación.

La extensión de las capas superiores del firme no se iniciará hasta transcurridos siete días (7 d).

#### **513.5 TRAMOS DE PRUEBA**

Al iniciarse los trabajos, el Contratista de las obras construirá una sección de ensayo, del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ella se probará el equipo y se determinará el plan de compactación.

Se tomarán muestras de grava-cemento, y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas sobre humedad, espesor de capa, densidad, proporción de cemento y demás requisitos exigidos. Se comprobará que la resistencia a compresión simple a los siete días (7 d) supera la mínima exigida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, en el presente Artículo.

En el caso de que los ensayos indicasen que la grava-cemento no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones en la planta de fabricación y sistemas de extensión y compactación o, si resultase necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiéndose la ejecución de la sección de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

#### **513.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm), con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar a la teórica en ningún punto, ni quedar por debajo de la misma en más de un quinto (1/5) del espesor previsto, en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, para la capa de grava-cemento.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo siguiente:

- El recorte y recompactación de la zona alterada sólo podrá hacerse si se está dentro del plazo máximo fijado para la puesta en obra. Si se hubiera rebasado dicho plazo, se reconstruirá totalmente la zona afectada, de acuerdo con las instrucciones del Director.
- El recrecimiento en capa delgada no se permitirá en ningún caso. Si la rasante de la capa de grava-cemento queda por debajo de la teórica en más de las tolerancias admitidas, se adoptará una de las siguientes soluciones, según las instrucciones del Director.
- Incremento del espesor de la capa inmediatamente superior.
- Reconstrucción de la zona afectada.

#### **513.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

La grava-cemento se ejecutará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los cinco grados centígrados (5° C) y no exista fundado temor de heladas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse la temperatura límite en dos grados centígrados (2° C).

#### **513.8 MEDICION Y ABONO**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no se haya realizado bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente preparados, medidos en el terreno.

El cemento se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

La ejecución de la grava-cemento se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente fabricados y puestos en obra, medidos en las secciones tipo señaladas en los Planos.

El abono del árido y del agua empleados en la grava-cemento se considerará incluido en el de la ejecución.

La aplicación del ligante bituminoso para el curado se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), mediante las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

## 514 GRAVA-EMULSION

### 514.1 DEFINICION

Se denomina grava-emulsión a la mezcla íntima de áridos, emulsión asfáltica y agua que, convenientemente compactada, se utiliza para la construcción de capas de firmes de carreteras.

### 514.2 MATERIALES

#### 514.2.1 Áridos

##### 514.2.1.1 Condiciones generales

Serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural. Serán limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otros materiales extraños.

##### 514.2.1.2 Composición granulométrica

La curva granulométrica estará comprendida, en general, dentro de uno de los husos indicados en el Cuadro 514.1.

CUADRO 514.1

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)	
	GEA 1	GEA 2
40	—	100
25	100	75-100
20	80-100	65-90
10	50-80	45-75
5	30-60	30-60
2,5	20-45	20-45
1,25	15-35	15-35
0,63	10-25	10-25
0,32	8-20	8-20
0,16	5-15	5-15
0,080	3-12	3-12

El huso GEA 2 sólo se empleará en la construcción de capas de subbase o arcenes, y capas de base para tráfico ligero.

#### 514.2.1.3 Caras de fractura

Los áridos a emplear en gravas emulsión para bases de tráfico pesado o medio deberán contener, al menos, un cincuenta por ciento (50 %), en peso, de la fracción retenida por el tamiz 5 UNE, de elementos machacados que presenten dos (2) caras o más de fractura.

#### 514.2.1.4 Calidad

El coeficiente de desgaste medio por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta (30) en áridos para bases de tráfico pesado o medio, e inferior a treinta y cinco (35) en los restantes casos.

#### 514.2.1.5 Plasticidad

El equivalente de arena será superior a cuarenta y cinco (45) cuando se utilicen emulsiones catiónicas, y a veinticinco (25) cuando se utilicen emulsiones aniónicas.

El material deberá ser no plástico en el caso de que se utilicen emulsiones catiónicas y tener un índice de plasticidad menor de diez (10) cuando se utilicen emulsiones aniónicas.

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT-113/72.

#### 514.2.1.6 Materia orgánica

No se utilizarán aquellos materiales que presenten una proporción de materia orgánica, expresada en ácido tánico, superior al cinco por diez mil (0,05 %), de acuerdo con la Norma UNE 7082.

### 514.2.2 Emulsión asfáltica

Ver Artículo 213, «Emulsiones asfálticas».

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indicará la emulsión asfáltica a emplear que, en general, será de rotura media o lenta. También podrán utilizarse emulsiones especiales de rotura controlada y/o aditivos en el agua de envuelta.

Es necesario que la rotura de la emulsión se produzca entre la salida del mezclador y el principio de la compactación.

### 514.2.3 Agua

Cumplirá lo especificado en el Artículo 280 de este Pliego.

### 514.2.4 Adiciones

El empleo de adiciones estará condicionado a la aprobación del Director de las obras.

### 514.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

El tipo y composición de la mezcla serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El betún residual será el necesario para conferir a la mezcla, una vez compactada, la suficiente cohesión e impermeabilidad. Este contenido estará normalmente comprendido entre el dos (2) y el cinco (5) por ciento del peso del árido seco.

### 514.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

#### 514.4.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que no se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados por los cedazos y tamices: 40; 25; 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,32; 0,16 y 0,080 UNE.
- El tanto por ciento (%) en peso de agua de envuelta, respecto al árido seco.
- El tipo y el tanto por ciento (%) en peso de emulsión, respecto al árido seco.
- El contenido óptimo de líquidos para la compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.

El tanto por ciento de agua de envuelta y el contenido óptimo de líquidos para la compactación podrán modificarse durante la fase de puesta a punto, teniendo en cuenta la maquinaria empleada.

La dosificación de la mezcla se basará en los siguientes criterios:

- La cantidad de agua de envuelta será la necesaria para conseguir una buena dispersión de la emulsión. Para su determinación se realizarán en el laboratorio ensayos de envuelta con un contenido de emulsión bajo.
- La compactación de la grava-emulsión deberán hacerse con un contenido óptimo de líquidos determinado por medio del ensayo Proctor modificado, según la Norma NLT-108/72, teniendo en cuenta que en el caso de emplear una emulsión aniónica, el betún de ésta contribuye aproximadamente en un cincuenta por ciento (50 %) al contenido de líquido de compactación; lo que no sucede en el caso de emulsiones catiónicas.
- El contenido óptimo de emulsión se determinará por medio del ensayo de inmersión-compresión, según la Norma NLT-162/73, teniendo en cuenta los criterios anteriormente citados de agua de envuelta y contenido óptimo de líquidos. La resistencia a compresión antes de la inmersión será superior a setecientos cincuenta kilogramos fuerza (750 kgf), y la resistencia conservada después de la inmersión será superior al cincuenta por ciento (50 %) de la resistencia antes de la inmersión y, en todo caso, superior a quinientos kilogramos fuerza (500 kgf).

Las tolerancias admisibles, respecto a la fórmula de trabajo, serán las siguientes:

— Cernido por tamices superiores al 2,5 UNE .....	± 6 %	} Del peso del árido seco
— Cernido por tamices comprendidos entre el tamiz 2,5 UNE y 0,16 UNE, ambos inclusive .....	± 3 %	
— Cernido por tamiz 0,080 UNE .....	± 1,5 %	
— Agua de envuelta .....	± 1 %	
— Emulsión .....	± 0,5 %	
— Contenido óptimo de líquidos para la compactación ...	± 1 %	

#### 514.4.2 Preparación de la superficie existente

La grava-emulsión no se extenderá hasta que no se haya comprobado que la capa subyacente tiene la densidad correcta, y que sus características geométricas se ajustan a las establecidas en los Planos. Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en este Pliego, se corregirán de acuerdo con lo previsto en la unidad de obra correspondiente.

Si se requiere un riego previo de imprimación, se efectuará de acuerdo con las prescripciones del Artículo 530, «Riegos de imprimación».

#### 514.4.3 Fabricación de la mezcla

La mezcla se realizará en central.

Las centrales de mezclado podrán ser de tipo continuo o discontinuo. Irán provistas de dispositivos adecuados que permitan dosificar por separado la emulsión, el agua y los áridos, con una precisión compatible con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

Los silos de áridos deberán estar provistos de dispositivos de salida que puedan ser ajustados con precisión, y mantenidos en cualquier ajuste.

El sistema de almacenamiento y alimentación de ligante será idóneo para permitir una buena circulación de ligante con caudal uniforme, cuidando especialmente de que en las válvulas no existan fugas, goteos ni obstrucciones.

En el caso de que se incorporen adiciones a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación adecuado a las mismas.

Cuando por circunstancias especiales el Director autorice otro método de fabricación, comprobará que el Contratista dispone de la maquinaria adecuada para realizar una mezcla homogénea.

Los áridos se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla.

Cada fracción se acopiará por separado para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.

Si la central es de tipo continuo, se introducirán en el mezclador los áridos, y de forma sucesiva y con el intervalo de tiempo apropiado, el caudal de agua y de emulsión establecidos.

Si la instalación es de tipo discontinuo, se agregarán sucesivamente, después de haber introducido en el mezclador los áridos, el agua y la cantidad de emulsión precisos para cada amasada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado. El Director fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo de amasado.

#### **514.4.4 Transporte de la mezcla**

La mezcla se transportará en camiones de caja basculante, lisa y completamente limpia.

Se deberá evitar la segregación y la rotura total de la emulsión durante la operación de transporte.

Si el tiempo amenaza lluvia, se protegerá la mezcla con una lona que cubra totalmente la caja del camión. Asimismo se adoptará la misma precaución en tiempo caluroso, para evitar pérdidas de agua por evaporación.

Si la grava-emulsión a su llegada a obra contiene una proporción de líquidos superior a la óptima de compactación, se dejará orear una vez extendida, hasta alcanzar dicho contenido, antes de empezar la operación de compactación.

#### **514.4.5 Extensión de la mezcla**

El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

La extensión se efectuará mecánicamente formando una capa de un espesor apropiado, tal que después de la compactación se obtengan las rasantes y secciones definidas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo.

Si la extensión se efectúa con motoniveladora, ésta deberá ir provista de placas laterales y trabajar con la hoja llena, casi perpendicular al eje de la carretera, con el fin de evitar la segregación.

#### **514.4.6 Compactación y acabado**

Se utilizarán rodillos de neumáticos, rodillos vibrantes o mixtos.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará la densidad mínima a alcanzar, que, en todo caso, será igual o superior al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad máxima Proctor modificado de la mezcla.

La compactación se efectuará en tongadas con un espesor tal que, con los medios de compactación disponibles, se consiga la expulsión de la mayor cantidad posible de agua y una densidad uniforme en todo el espesor de la tongada. La capa se compactará en una tongada, salvo que, por su espesor, no se verifique la condición anterior.

En su caso cada tongada se extenderá después de compactada y curada la tongada subyacente.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación mecánica, la compactación se efectuará a mano con pisonos adecuados al caso.

La compactación será continua durante toda la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar.

Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos.

#### **514.4.7 Juntas de trabajo**

Las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede perfectamente vertical, recortando parte de la capa terminada. Se aplicará en la junta una capa uniforme y delgada de emulsión asfáltica, antes de reanudar la extensión de la grava-emulsión.

Se dispondrán juntas de trabajo transversales entre tramos ejecutados en jornadas sucesivas.

Si se trabaja por fracciones del ancho total se dispondrán juntas longitudinales si transcurre más de una jornada entre las operaciones en franjas contiguas.

En el caso de construir por capas se solaparán las juntas de las capas superpuestas.

#### **514.4.8 Riego de sellado**

En el caso que haya de abrirse al tráfico, después de la compactación y curado de la capa o capas sucesivas, se procederá a la aplicación de un ligante bituminoso con una dotación de betún residual de doscientos (200) a quinientos (500) gramos por metro cuadrado ( $\text{g/m}^2$ ) y arena, de acuerdo con las instrucciones del Director.

#### **514.5 TRAMOS DE PRUEBA**

Al iniciarse los trabajos, el Contratista de las obras construirá un tramo de ensayo de unos quince metros (15 m) de longitud y tres metros (3 m) de ancho mínimo, de acuerdo con las condiciones que se fijan en el presente Artículo, y en él se probará el equipo y se determinará el plan de compactación.

Se tomarán muestras de grava emulsión y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas sobre granulometría, porcentaje de ligante, humedad, densidad, características mecánicas y demás requisitos exigidos.

En el caso de que los ensayos indicasen que la grava-emulsión no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones y, si fuera preciso, se modificará la fórmula de trabajo; repitiéndose la ejecución del tramo de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

#### **514.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de refino niveladas hasta milímetros (mm), con arreglo a los planos, en el eje y bordes de perfiles transversales cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar la teórica en ningún punto, ni quedar por debajo de la misma en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la capa de grava-emulsión.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con las indicaciones del Director.

#### **514.7 LIMITACIONES EN LA EJECUCION**

La grava-emulsión se ejecutará cuando no exista fundado temor a las heladas y la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2° C) si se emplean emulsiones catiónicas; y a los diez grados centígrados (10° C) en el caso de emplearse emulsiones aniónicas.

No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en cinco grados centígrados (5° C) la temperatura límite inferior para poder ejecutar la fabricación y extensión de la grava-emulsión, en el caso de emulsiones aniónicas.

#### **514.8 MEDICION Y ABONO**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no se haya realizado bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente preparados, medidos en el terreno.

La emulsión empleada se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), mediante las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

La ejecución de la grava-emulsión se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente fabricados y puestos en obra, medidos en las secciones tipo señaladas en los Planos.

El abono del árido y del agua empleados en la grava-emulsión se considerarán incluidos en el de la ejecución.

El riego de sellado se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados medidos sobre el terreno.

## 515 GRAVA-ESCORIA

### 515.1 DEFINICION

Se denomina grava-escoria a la mezcla homogénea de áridos, escoria granulada de alto horno, cal y agua que, convenientemente compactada, se utiliza en la construcción de firmes de carreteras.

### 515.2 MATERIALES

#### 515.2.1 Aridos

##### 515.2.1.1 Condiciones generales

Los áridos procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural. Serán limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otros materiales extraños.

##### 515.2.1.2 Composición granulométrica

La curva granulométrica estará comprendida, en general, dentro de los límites indicados en el Cuadro 515.1.

CUADRO 515.1

CEDAZOS Y TAMICES UNE	GERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)	
	GEG 1	GEG 2
25	100	100
20	85-100	85-100
10	40-70	35-65
5	22-46	18-42
2,5	12-32	10-30
1,25	8-24	7-22
0,40	2-13	2-13
0,16	0-8	0-8
0,080	0-4	0-4

Los husos GEG 1 y GEG 2 se utilizarán con porcentajes de escoria granulada, respecto al peso total de los materiales secos, del quince por ciento (15 %) y del veinte por ciento (20 %) respectivamente.

#### 515.2.1.3 Caras de fractura

Los áridos a emplear en grava-escoria, para bases de tráfico pesado o medio, deberán contener al menos un cincuenta por ciento (50 %) en peso, de la fracción retenida por el tamiz 5 UNE, de elementos machacados que presenten dos (2) caras o más de fractura.

#### 515.2.1.4 Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta (30) en áridos para bases de tráfico pesado o medio, e inferior a treinta y cinco (35) en los restantes casos.

#### 515.2.1.5 Plasticidad

Los áridos serán no plásticos y su equivalente de arena será superior a treinta (30).

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT-113/72.

#### 515.2.1.6 Contenido de materia orgánica y otras materias perjudiciales

No se utilizarán aquellos materiales que presenten una proporción de materia orgánica, expresada en ácido tánico, superior al cinco por diez mil (0,05 %), de acuerdo con la Norma UNE 7082.

La proporción de terrones de arcilla no excederá del dos por ciento (2 %) en peso, según la Norma UNE 7133.

### 515.2.2 Escoria granulada

#### 515.2.2.1 Definición

Se define como escoria granulada el producto obtenido por enfriamiento brusco y controlado de la escoria de horno alto, a la salida del mismo.

#### 515.2.2.2 Procedencia

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las obras, fijará la procedencia de la escoria granulada, proscribiéndose el empleo de escorias que procedan de acopios siderúrgicos.

#### 515.2.2.3 Reactividad

El coeficiente de reactividad  $\alpha$ , definido por la expresión  $\alpha = \frac{s \cdot f}{1.000}$  deberá ser superior a veinte (20), siendo: s, la superficie específica Blaine, y f, el tanto por ciento (%) en peso de los elementos que pasan por el tamiz 0,080 UNE, obtenidos en molienda normalizada de la escoria, de acuerdo con la Norma L. C. P. C. de 1970 y la Norma UNE 7144.

#### 515.2.2.4 Contenido de agua

Los valores máximos del contenido de agua  $h$ , respecto al peso seco de la escoria, en función del correspondiente coeficiente  $\alpha$  de la escoria serán:

$20 < \alpha \leq 40$	$h < 15 \%$
$40 < \alpha \leq 60$	$h < 20 \%$
$60 < \alpha$	$h < 25 \%$

#### 515.2.2.5 Granulometría

La curva granulométrica estará comprendida, en general, dentro de los límites indicados en el Cuadro 515.2.

CUADRO 515.2

TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)
5	95-100
2,5	75-100
1,25	40-85
0,40	13-35
0,16	3-14
0,080	1-10

#### 515.2.3 Cal

Además de cumplir lo especificado en el Artículo 200, «Cal aérea», para el tipo I, deberá reunir las características que se indican a continuación:

##### 515.2.3.1 Cal apagada

La finura Blaine del material que pasa por el tamiz 0,080 UNE será superior a siete mil centímetros cuadrados por gramo ( $7.000 \text{ cm}^2/\text{g}$ ), según la Norma UNE 7144.

El porcentaje de cal libre será superior al cincuenta por ciento (50%).

##### 515.2.3.2 Cal viva

Sólo podrá utilizarse en casos excepcionales, con la aprobación del Director y siempre que se adopten las medidas de seguridad necesarias.

El porcentaje de cal libre deberá ser superior al setenta por ciento (70%).

#### 515.2.4 Agua

Cumplirá lo especificado en el Artículo 280 de este Pliego.

### 515.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

El tipo y composición de la mezcla serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En general, el porcentaje de escoria granulada será del veinte por ciento (20 %) en peso de la mezcla total seca. Este porcentaje se reducirá al quince por ciento (15 %) cuando se empleen áridos calizos de machaqueo.

Cuando el porcentaje de escorias sea del quince por ciento (15 %) la granulometría de los áridos estará comprendida en el huso GEG 1. Si el porcentaje de escorias es del veinte por ciento (20 %) la curva granulométrica del árido estará comprendida en el huso GEG 2.

El contenido de cal será del uno por ciento (1 %) en peso de la mezcla total seca.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá especificar la resistencia mínima a compresión a los siete días (7 d) de las probetas de grava-escoria, precisando el método de fabricación y curado de las mismas.

### 515.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

#### 515.4.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que no se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- Las granulometrías de los áridos y de la escoria por los cedazos y tamices 25, 20, 10, 5, 2,5, 1,25, 0,4, 0,16 y 0,080 UNE.
- La proporción de escoria granulada.
- La proporción de cal.
- El contenido de agua.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.

Las tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo serán las siguientes:

- |  |         |
|--|---------|
| — Cernido por tamices superiores al 2,5 UNE .....              | ± 6 %   |
| — Cernido por tamices comprendidos entre el 2,5 y 0,16 UNE ... | ± 3 %   |
| — Cernido por el tamiz 0,080 UNE .....                         | ± 1,5 % |
| — Escoria granulada .....                                      | ± 1 %   |
| — Cal .....  | ± 0,2 % |

Estos porcentajes se refieren al peso total de la mezcla seca.

Durante el transcurso de la obra el Director podrá corregir la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la grava-escoria, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

#### **515.4.2 Preparación de la superficie existente**

La grava-escoria no se extenderá hasta que no se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán de acuerdo con lo previsto en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

#### **515.4.3 Fabricación de la mezcla**

La mezcla se realizará en central que permita dosificar por separado el árido, la escoria granulada, la cal y el agua, en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

Los áridos y la escoria estarán acopiados en cantidad suficiente para permitir a la instalación un trabajo continuo. En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se fijará el volumen mínimo de acopios exigibles, de acuerdo con las condiciones de la obra y el volumen de mezcla a fabricar.

El tiempo máximo que podrá estar acopiada la escoria, antes de su utilización, será fijado por el Director teniendo en cuenta su procedencia y reactividad y las condiciones climáticas.

La operación de mezclado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de la mezcla de árido, escoria granulada, cal y agua. El Director fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado.

En las instalaciones de mezcla discontinua, no se volverá a cargar la amasadera sin haber vaciado totalmente su contenido.

#### **515.4.4 Transporte de la mezcla**

En el transporte de la mezcla se tomarán las precauciones necesarias para reducir al mínimo la segregación y las variaciones de humedad; en tiempo caluroso o para distancias de transporte en que se presuma que pueden introducirse pérdidas apreciables de humedad, se cubrirá la mezcla con lonas u otros cobertores adecuados.

#### **515.4.5 Vertido y extensión de la mezcla**

Una vez comprobada la superficie de asiento de la capa de grava-escoria e inmediatamente antes de la extensión de la misma se regará dicha superficie, de forma que quede húmeda, pero no encharcada.

Salvo que el Director indique otra cosa, la extensión de la mezcla se efectuará antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) a partir del momento de la fabricación.

El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

La extensión se realizará en capas de espesor tal que, una vez compactadas, quede comprendido entre quince centímetros (15 cm) y veinticinco centímetros (25 cm).

#### **515.4.6 Compactación y acabado**

La grava-escoria se compactará en una sola tongada, para lo cual se dispondrá de un equipo, que deberá ser aprobado por el Director, capaz de conseguir la densidad especificada. Esta densidad vendrá fijada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, en todo caso, deberá ser por lo menos el ciento por ciento (100 %) de la densidad máxima Proctor modificado de la mezcla, determinada según la Norma NLT-108/72.

La compactación se iniciará longitudinalmente por el borde más bajo de las distintas bandas y se continuará hacia el borde más alto de la capa; solapándose los elementos de compactación en sus pasadas sucesivas, que deberán tener longitudes ligeramente distintas. Deberá disponerse en los bordes de una contención lateral adecuada, que podrá consistir en unas creces.

Una vez finalizada la compactación, la capa de grava-escoria podrá abrirse al tráfico, cuidando que éste se distribuya uniformemente y manteniendo ligeramente húmeda la superficie, para evitar que se concentren huellas de rodadas y una evaporación rápida. Si la capa de grava-escoria se hubiese abierto al tráfico, antes de proceder a la extensión de la capa superior se procederá a un planchado con rodillo liso o de neumáticos, previa corrección de las irregularidades de la rasante.

El Director podrá ordenar la ejecución de un riego de curado cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen; en este caso el riego se realizará una vez finalizada la compactación.

#### **515.5 TRAMOS DE PRUEBA**

Al iniciarse los trabajos, el Contratista construirá una sección de ensayo del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ella se probará el equipo y se determinará el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la grava-escoria, y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de proporción de los materiales mezclados, humedad, espesor de la capa, densidad y demás requisitos exigidos.

Se comprobará que la resistencia a compresión simple a los siete días (7 d) supera la mínima exigida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En el caso de que los ensayos indicasen que la grava-escoria no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones en la planta de fabricación y sistemas de extensión y compactación o, si resultase necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiéndose la ejecución de la sección de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

#### **515.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm), con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar la teórica en ningún punto, ni quedar por debajo de la misma en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la capa de grava-escoria.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas o que retengan agua sobre su superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo siguiente:

- Las zonas que rebasen la superficie teórica se recortarán, eliminando el material resultante.
- El recrecimiento en capa delgada no se permitirá en ningún caso. Si la rasante de la capa de grava-escoria queda por debajo de la teórica en más de las tolerancias admitidas se adoptará una de las siguientes soluciones, según las instrucciones del Director:
  - Incremento del espesor de la capa inmediatamente superior.
  - Reconstrucción de la zona afectada en un espesor mínimo de quince centímetros (15 cm).

#### **515.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

La grava-escoria se ejecutará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los cinco grados centígrados (5° C) y no exista fundado temor de heladas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse la temperatura límite en dos grados centígrados (2° C).

#### **515.8 MEDICION Y ABONO**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no se haya realizado bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente preparados, medidos en el terreno.

La cal se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

La ejecución de la grava-escoria se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente fabricados y puestos en obra, medidos en las secciones tipo señaladas en los Planos.

El abono del árido, escoria granulada y agua empleados en la grava escoria se considerará incluido en el de la ejecución.

La aplicación del ligante bituminoso para el curado se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), mediante las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

## 530 RIEGOS DE IMPRIMACION

### 530.1 DEFINICION

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa no bituminosa, previamente a la extensión sobre ésta de una capa bituminosa.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Eventual extensión de un árido de cobertura.

### 530.2 MATERIALES

#### 530.2.1 Ligante bituminoso

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

- BQ 30. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».
- MC0, MC1, MC2. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».
- EARO, ECRO, EAL, ECL. Ver Artículo 213, «Emulsiones asfálticas».

#### 530.2.2 Arido

##### 530.2.2.1 Condiciones generales

El árido a emplear en riegos de imprimación será arena natural, arena procedente de machaqueo o mezcla de ambos materiales; exento de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un dos por ciento (2 %) de agua libre. Este límite podrá elevarse al cuatro por ciento (4 %), si se emplea emulsión asfáltica.

##### 530.2.2.2 Composición granulométrica

La totalidad del material deberá pasar por el tamiz 5 UNE.

### **530.3 DOSIFICACION DE LOS MATERIALES**

La dosificación de los materiales a utilizar será la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. No obstante, el Director de las obras podrá modificar tal dosificación a la vista de las pruebas en obra.

#### **530.3.1 Dosificación del ligante**

La dotación del ligante quedará definida por la cantidad que la capa que se imprima sea capaz de absorber en un período de veinticuatro horas (24 h).

#### **530.3.2 Dosificación del árido**

El empleo del árido quedará condicionado a la necesidad de que pase el tráfico por la capa recién tratada, o a que, veinticuatro horas (24 h) después de extendido el ligante, se observe que ha quedado una parte sin absorber.

La dosificación será la mínima compatible con la total absorción del exceso de ligante, o la permanencia bajo la acción del tráfico.

### **530.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **530.4.1 Equipo para la aplicación del ligante**

Irán montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente; y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante. Para puntos inaccesibles al equipo, y retoques, se empleará una caldera regadora portátil, provista de una lanza de mano.

Si el ligante empleado hace necesario el calentamiento, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por quemador de combustible líquido. En todo caso, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por motor, y estar provista de un indicador de presión, calibrado en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm<sup>2</sup>). También deberá estar dotado el equipo de un termómetro para el ligante, calibrado en grados centígrados (° C), cuyo elemento sensible no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

#### **530.4.2 Equipo para la extensión del árido**

Se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas.

Cuando se trate de cubrir zonas aisladas en las que haya exceso de ligante, podrá extenderse el árido manualmente.

### **530.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **530.5.1 Preparación de la superficie existente**

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halle reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, antes de que el Director pueda au-

torizar la iniciación del riego, deberá ser corregida, de acuerdo con el presente Pliego y el de Prescripciones Técnicas Particulares.

Cuando la superficie sobre la que se va a efectuar el riego se considere en condiciones aceptables, inmediatamente antes de proceder a la extensión del ligante elegido, se limpiará la superficie que haya de recibirlo, de polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o que pueda ser perjudicial, utilizando para ello barredoras mecánicas o máquinas sopladoras.

En los lugares inaccesibles a los equipos mecánicos se utilizarán escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes exteriores de la zona a tratar; sobre todo junto a eventuales acopios de áridos, que deberán ser retirados, si es preciso, antes del barrido, para no entorpecerlo y evitar su contaminación.

#### **530.5.2 Aplicación del ligante**

Antes de que se realice la extensión del ligante bituminoso, la superficie de la capa a tratar deberá regarse ligeramente con agua, empleando la dotación que humedezca la superficie suficientemente, sin saturarla, para facilitar la penetración posterior del ligante.

La aplicación del ligante elegido se hará cuando la superficie mantenga aún cierta humedad, con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director. La aplicación se efectuará de manera uniforme, evitando la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales. Para ello, se colocarán tiras de papel, u otro material, bajo los difusores, en aquellas zonas de la superficie donde comience o se interrumpa el trabajo, con objeto de que el riego pueda iniciarse o terminarse sobre ellos, y los difusores funcionen con normalidad sobre la zona a tratar.

La temperatura de aplicación del ligante será tal, que su viscosidad está comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20 - 100 sSF).

Cuando la correcta ejecución del riego lo requiera el Director podrá dividir la dotación prevista, para su aplicación en dos (2) veces.

Cuando, por las condiciones de la obra, sea preciso efectuar el riego de imprimación por franjas, se procurará que la extensión del ligante bituminoso se superponga, ligeramente, en la unión de las distintas bandas.

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios tales como bordillos, vallas, árboles, etc, puedan sufrir este efecto.

#### **530.5.3 Extensión del árido**

Cuando se estime necesaria la aplicación del árido de cobertura, su extensión se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director.

La distribución del árido por medios mecánicos se efectuará de manera que se evite el contacto de las ruedas con el ligante sin cubrir.

Cuando la extensión del árido se haya de efectuar sobre una franja imprimada, sin que lo haya sido la franja adyacente, el árido se extenderá de forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20 cm) de la zona tratada, junto a la superficie que todavía no lo haya sido; con objeto de que se pueda conseguir el ligero solapo en la aplicación del ligante al que se ha hecho referencia en el apartado anterior.

### **530.6 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

El riego de imprimación se aplicará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, y la de la superficie sean superiores a los diez grados centígrados (10° C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en cinco grados centígrados (5° C) la temperatura límite inferior para poder aplicar el riego.

Dentro del Programa de Trabajos se coordinará la aplicación del riego de imprimación con la extensión de las capas bituminosas posteriores, que no debe retardarse tanto que el riego de imprimación haya perdido su efectividad como elemento de unión con aquéllas.

Cuando sea necesario que circule el tráfico sobre la capa imprimada y para ello se haya efectuado la extensión del árido de cobertura, deberá prohibirse la acción de todo tipo de tráfico, por lo menos durante las cuatro horas (4 h) siguientes a la extensión del árido; y, preferentemente, durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a la aplicación del ligante; plazo que define su período de absorción. La velocidad máxima de los vehículos deberá reducirse a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

### **530.7 MEDICION Y ABONO**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente; y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no haya sido realizada bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente constituirá una unidad independiente del riego de imprimación.

El ligante bituminoso empleado, incluida su extensión, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

El árido empleado, incluida su extensión, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

## **531 RIEGOS DE ADHERENCIA**

### **531.1 DEFINICION**

Se define como riego de adherencia la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa bituminosa, previamente a la extensión, sobre ésta, de otra capa bituminosa.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.

### **531.2 MATERIALES**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

AQ 38, BQ 46. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

RC0, RC1, RC2. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».

EAR0, ECR0, EAR1, ECR1. Ver Artículo 213, «Emulsiones asfálticas».

### **531.3 DOSIFICACION DEL LIGANTE**

La dosificación del ligante a utilizar será la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. No obstante, el Director de las obras podrá modificar tal dosificación, a la vista de las pruebas en obra.

### **531.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

El equipo para aplicación de ligante irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente; y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante. Para puntos inaccesibles al equipo, y retoques, se empleará una caldera regadora portátil, provista de una lanza de mano.

Si el ligante empleado hace necesario el calentamiento, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por quemador de combustible líquido. En todo caso, la bomba de

impulsión del ligante deberá ser accionada por motor y estar provista de un indicador de presión, calibrado en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm<sup>2</sup>). También deberá estar dotado el equipo de un termómetro para el ligante, calibrado en grados centígrados (° C), cuyo elemento sensible no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

## **531.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **531.5.1 Preparación de la superficie existente**

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el riego de adherencia cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. En caso contrario, antes de que el Director pueda autorizar la iniciación del riego, deberá ser corregida, de acuerdo con el presente Pliego y el de Prescripciones Técnicas Particulares.

Cuando la superficie sobre la que se va a efectuar el riego se considere en condiciones aceptables, inmediatamente antes de proceder a la extensión del ligante elegido se limpiará, si es preciso, la superficie que haya de recibirlo, de polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras.

En los lugares inaccesibles a los equipos mecánicos, se utilizarán escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar, sobre todo junto a eventuales acopios de áridos, que deberán ser retirados, si es preciso, antes del barrido, para no entorpecerlo, y evitar su contaminación.

Si el riego se va a aplicar sobre un pavimento bituminoso antiguo, se eliminarán los excesos de betún existentes en la superficie del mismo en forma de manchas negras localizadas.

### **531.5.2 Aplicación del ligante**

La aplicación del ligante elegido se hará con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director, de manera uniforme y evitando la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales. Para ello, se colocarán tiras de papel, u otro material, bajo los difusores en aquellas zonas de la superficie donde comience o se interrumpa el trabajo, con objeto de que el riego pueda iniciarse o terminar sobre ellas y los difusores funcionen con normalidad sobre la zona a tratar.

La temperatura de aplicación del ligante será tal que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20 a 100 sSF).

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios, tales como bordillos, vallas, árboles, etc, puedan sufrir este efecto.

## **531.6 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

El riego de adherencia se aplicará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los diez grados centígrados (10° C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar podrá fijarse en cinco grados centígrados (5° C) la temperatura límite inferior para poder aplicar el riego.

Sobre la capa recién tratada deberá prohibirse el paso de todo tipo de tráfico, hasta que haya terminado el curado del alquitrán o del betún fluidificado, o la rotura de la emulsión.

Dentro del Programa de Trabajos se coordinará la aplicación del riego de adherencia con la extensión de la capa posterior; extensión que deberá regularse de manera que el ligante haya curado o roto prácticamente, pero sin que el riego de adherencia haya perdido su efectividad como elemento de unión con aquélla.

#### **531.7 MEDICION Y ABONO**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente; y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no haya sido realizada bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente constituirá una unidad independiente del riego de adherencia.

El ligante bituminoso empleado, incluida su extensión, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

## 532 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

### 532.1 DEFINICION

Se define como simple tratamiento superficial la aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie seguida de la extensión y apisonado de una capa de árido.

La aplicación consecutiva de dos simples tratamientos superficiales, en general de distintas características, se denomina doble tratamiento superficial.

La ejecución del simple tratamiento superficial incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Extensión y apisonado del árido.

En el caso de ejecución de un doble tratamiento superficial se realizarán, además, las siguientes:

- Segunda aplicación del ligante bituminoso.
- Segunda extensión y apisonado del árido.

### 532.2 MATERIALES

#### 532.2.1 Ligante bituminoso

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

AQ38, AQ46, AQ54. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

B 150/200. Ver Artículo 211, «Betunes asfálticos».

RC2, RC3, RC4, RC5, MC3, MC4, MC5. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».

EAR1, EAR2, ECR1, ECR2. Ver Artículo 213, «Emulsiones asfálticas».

Podrá mejorarse el ligante elegido mediante la adición de activantes, caucho, otro ligante, o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichas adiciones y los productos resultantes.

## **532.2.2 Áridos**

### **532.2.2.1 Condiciones generales**

Los áridos a emplear en tratamientos superficiales serán gravillas procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, en cuyo caso deberán contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Si el ligante que vaya a emplearse es una emulsión asfáltica y los áridos contienen polvo, se regarán con agua, en acopio o sobre camión, previamente a su utilización.

En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un dos por ciento (2 %) de agua libre; este límite podrá ser elevado al cuatro por ciento (4 %) si se emplea emulsión asfáltica.

### **532.2.2.2 Composición granulométrica**

Los áridos a emplear en tratamientos superficiales serán de granulometría uniforme normal o especial.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de uniformidad y el huso a que deberá ajustarse la curva granulométrica del árido, entre los que se indican a continuación:

#### **Aridos de granulometría uniforme normal**

Los tipos de áridos y los husos que definen su composición granulométrica serán los indicados en el Cuadro 532.1.

CUADRO 532.1

	T I P O S					
	A 25/13	A 20/10	A 13/7	A 10/5	A 6/3	A 5/2
D, tamaño máximo	25 mm	20 mm	13 mm	10 mm	6 mm	5 mm
d, tamaño mínimo	13 mm	10 mm	7 mm	5 mm	3 mm	2 mm
M, tamaño medio	19 mm	15 mm	10 mm	7,5 mm	4,5 mm	3,5 mm
CEDAZO Y TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)					
40	100					
25	90-100	100				
20	20-55	90-100	100			
12,5	0-15	10-40	90-100	100		
10	—	0-15	20-55	90-100	100	
6,3	0-5	—	0-15	10-40	90-100	100
5		0-5	—	0-15	20-55	90-100
3,2			0-5	—	0-15	10-40
2,5				0-5	—	0-15
1,25					0-5	—
0,63						0-5

**Aridos de granulometría uniforme especial**

Los tipos de áridos, y los husos que definen su composición granulométrica, serán los indicados en el Cuadro 532.2.

CUADRO 532.2

	T I P O S				
	AE 20/10	AE 13/7	AE 10/5	AE 6/3	AE 5/2
D, tamaño máximo	20 mm	13 mm	10 mm	6 mm	5 mm
d, tamaño mínimo	10 mm	7 mm	5 mm	3 mm	2 mm
M, tamaño medio	15 mm	10 mm	7,5 mm	4,5 mm	3,5 mm
CEDAZO Y TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)				
25	100				
20	85-100	100			
12,5	0-20	85-100	100		
10	0-7	0-30	85-100	100	
6,3	—	0-7	0-25	85-100	100
5	—	—	0-7	0-30	85-100
3,2	—	—	—	0-10	0-25
2,5	0-2	0-2	0-2	—	0-10
1,25				—	—
0,63				0-2	0-2

#### 532.2.2.3 Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta (30) en el caso de áridos de tipo A, e inferior a veinte (20) en el caso de áridos de tipo AE.

#### 532.2.2.4. Forma

El índice de lajas de las distintas fracciones, determinado según la Norma NLT-354/74, será inferior a los límites indicados a continuación:

Fracción	Índice de lajas
40 a 25 mm	inferior a 40
25 a 20 mm	inferior a 35
20 a 12,5 mm	inferior a 35
12,5 a 10 mm	inferior a 35
10 a 6,3 mm	inferior a 35

#### 532.2.2.5 Coeficiente de pulido acelerado

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el coeficiente de pulido acelerado exigible al árido, que en el caso de capas de rodadura para tráfico medio o pesado y/o siempre que se empleen áridos tipo AE será, como mínimo, de cuarenta centésimas (0,40). Esta determinación se realizará según la Norma NLT-174/72.

#### 532.2.2.6 Adhesividad

La adhesividad con los ligantes bituminosos será suficiente, a juicio del Director de las obras.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique lo contrario, se estimará que la adhesividad es suficiente cuando el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto, después del ensayo de inmersión en agua, según la Norma NLT-166/73, sea superior al noventa y cinco por ciento (95 %).

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, lo autoricen, estipulando las condiciones de su utilización, la adición de activantes o la envuelta previa de los áridos con un ligante bituminoso de baja viscosidad.

### 532.3 DOSIFICACION DE LOS MATERIALES

La dosificación de los materiales y los tipos de ligantes a utilizar serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. No obstante, el Director podrá modificar lo establecido en el citado Pliego cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen y se justifique debidamente a la vista de las pruebas y ensayos realizados.

Salvo justificación en contrario, para los simples tratamientos superficiales la dosificación estará comprendida entre los límites que se señalan en las Tablas 532.3 y 532.4. Análogamente, para los dobles tratamientos superficiales la dosificación estará comprendida entre los límites que se señalan en las Tablas 532.5 y 532.6

TABLA 532.3

**SIMPLES TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON ARIDOS DE GRANULOMETRIA UNIFORME NORMAL**

A R I D O		LIGANTE RESIDUAL kg/m <sup>2</sup>			
Tipo	l/m <sup>2</sup>	B 150/200 RC 5 MC 5	RC 4 MC 4 AQ 54 EAR 2 ECR 2	RC 3 MC 3 AQ 46 EAR 2 ECR 2	RC 2 MC 2 AQ 38 EAR 1 ECR 1
A 25/13	17-19	1,7-2,1	1,7-2,1		
A 20/10	12-14	1,3-1,8	1,3-1,8		
A 13/7	8-10		0,9-1,3	0,9-1,3	
A 10/5	6-8			0,7-1,1	0,7-1,1
A 6/3	5-7				0,6-0,9
A 5/2	4-6				0,5-0,75

TABLA 532.4

**SIMPLES TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON ARIDOS DE GRANULOMETRIA UNIFORME ESPECIAL**

A R I D O		LIGANTE RESIDUAL kg/m <sup>2</sup>			
Tipo	l/m <sup>2</sup>	B 150/200 RC 5 MC 5	RC 4 MC 4 AQ 54 EAR 2 ECR 2	RC 3 MC 3 AQ 46 EAR 2 ECR 2	RC 2 MC 2 AQ 38 EAR 1 ECR 1
AE 20/10	10-14	1,1-1,4	1,1-1,4		
AE 13/7	8-10		0,8-1,2	0,8-1,2	
AE 10/5	6,5-8			0,75-1,1	0,75-1,1
AE 6/3	5,5-7			0,65-0,85	0,65-0,85
AE 5/2	4,5-5,5				0,4-0,7

TABLA 532.5

**DOBLES TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON ARIDOS DE GRANULOMETRIA UNIFORME NORMAL**

	A R I D O		LIGANTE RESIDUAL	
	Tipo	l/m <sup>2</sup>	Tipo	kg/m <sup>2</sup>
1ª Aplicación	A25/13	17-19	B150/200 RC5 MC5	1,7-2,1
2ª Aplicación	A13/7	8-10	RC4 MC4 RC3 MC3 AQ54 AQ46 EAR2 ECR2	1,0-1,5
1ª Aplicación	A20/10	12-14	BI50/200 RC5 MC5 RC4 MC4 AQ54 EAR2 ECR2	1,3-1,8
2ª Aplicación	A10/5	6-8	RC3 MC3 RC2 MC2 AQ46 AQ38 EAR2 EAR1 ECR2 ECR1	0,8-1,3
1ª Aplicación	A13/7	8-10	RC4 MC4 RC3 MC3 AQ54 AQ46 EAR2 ECR2	0,9-1,3
2ª Aplicación	A6/3	5-7	RC2 MC2 AQ38 EAR1 ECR1	0,7-1,0

TABLA 532.6

**DOBLES TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON ARIDOS DE GRANULOMETRIA UNIFORME ESPECIAL**

	A R I D O		LIGANTE RESIDUAL	
	Tipo	l/m <sup>2</sup>	Tipo	kg/m <sup>2</sup>
1° Aplicación	AE 20/10	10-14	B150/200 AQ54 RC5 MC5 RC4 MC4 EAR2 ECR2	1,0-1,4
2° Aplicación	AE 10/5	6,5-8	RC3 MC3 RC2 MC2 AQ46 AQ38 EAR2 ECR2 EAR1 ECR1	0,7-1,1
1° Aplicación	AE 13/7	8-10	RC4 MC4 RC3 MC3 AQ54 AQ46 EAR2 ECR2	0,8-1,2
2° Aplicación	AE 6/3	5,5-7	RC3 MC3 RC2 MC2 AQ46 AQ38 EAR2 ECR2 EAR1 ECR1	0,6-0,9

Las anteriores dosificaciones habrán de ser consideradas en relación con las condiciones de la obra. La elección de dotaciones y del tipo de ligante a emplear en cada caso se hará teniendo en cuenta estas condiciones y después de haber realizado en obra unos tramos de prueba en los que se hayan estudiado el tipo y dotación de ligante en función de su viscosidad, del estado y características de la superficie a tratar, del clima, del tráfico, del árido utilizado y de otros factores a considerar en cada caso.

En el caso de dobles tratamientos superficiales y cuando los ligantes elegidos sean de baja viscosidad, tales como emulsiones asfálticas o betunes asfálticos fluidificados de gra-

do inferior a cuatro, puede autorizarse que la primera aplicación de ligante se haga con la dotación imprescindible para sujetar el árido de cobertura correspondiente, debiéndose completar la dotación exigida de ligante en la segunda aplicación.

#### **532.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

##### **532.4.1 Equipo para la aplicación del ligante**

Irá montado sobre neumáticos y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

El equipo estará provisto de un velocímetro, calibrado en metros por segundo (m/s), directamente visible por el conductor, a fin de que éste pueda mantener la velocidad constante necesaria para conseguir una dotación longitudinal uniforme.

Para puntos inaccesibles al equipo, y retoques que sea preciso hacer en la calzada, se empleará una caldera regadora portátil provista de una lanza de mano. En el caso de que el ligante empleado haga necesario el calentamiento, deberá estar dotada de un sistema de calefacción por quemador de combustible líquido.

En ambos casos, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por motor y estar provista de un indicador de presión calibrado en kilogramos de fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm<sup>2</sup>). También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el ligante, calibrado en grados centígrados (°C), cuyo elemento sensible no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

##### **532.4.2 Equipo para la extensión del árido**

Se utilizarán extendedoras mecánicas incorporadas a un camión, o autopropulsadas.

##### **532.4.3 Equipo de apisonado**

Se emplearán preferentemente compactadores de neumáticos de peso superior a cinco toneladas (5 t). Cuando se utilicen rodillos de llanta metálica, deberá garantizarse que no se produzca la trituración de los áridos. Los compactadores deberán estar provistos de dispositivos para mantener los rodillos limpios durante la compactación.

#### **532.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

##### **532.5.1 Preparación de la superficie existente**

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el tratamiento cumple las condiciones de calidad y compactación especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halla reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, antes de que el Director pueda autorizar la iniciación de la extensión del ligante, deberá ser corregida, de acuerdo con el presente Pliego y el de Prescripciones Técnicas Particulares.

Si el tratamiento se va a aplicar sobre un pavimento bituminoso antiguo, se eliminarán los excesos de betún existentes en la superficie del mismo en forma de manchas negras localizadas.

En el caso de pavimentos de nueva construcción, la superficie de la base deberá ser tratada con un riego de imprimación antes de proceder a la ejecución del tratamiento superficial.

#### **532.5.2 Primera aplicación del ligante**

La aplicación del ligante elegido se hará con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director, de manera uniforme y evitando la duplicación de la dotación en las juntas transversales de trabajo. Para ello se colocarán tiras de papel, u otro material, bajo los difusores en aquellas zonas de la superficie donde comience o se interrumpa el trabajo, con objeto de que el riego pueda iniciarse o terminarse sobre ellas y los difusores funcionen con normalidad sobre la zona a tratar.

La temperatura de aplicación del ligante será tal que su viscosidad esté comprendida entre veinticinco y cien segundos Saybolt Furol (25-100 sSF).

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios tales como bordillos, vallas, árboles, etc, puedan sufrir ese efecto.

#### **532.5.3 Primera extensión y apisonado del árido**

La extensión del árido elegido se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director, no dejando transcurrir más de cinco minutos (5 min) desde la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del árido se efectuará de manera que se evite el contacto de las ruedas de la extendidora con el ligante sin cubrir.

Cuando la aplicación del ligante se realice por franjas, el árido se extenderá de forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20 cm) de la zona tratada, junto a la superficie que todavía no lo haya sido, con objeto de que, en dicha banda, se complete la dotación de ligante prevista al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Inmediatamente después de la extensión del árido se procederá a su apisonado, que se ejecutará longitudinalmente, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro, solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, a la vista del equipo de apisonado empleado. El apisonado se continuará hasta obtener una superficie lisa y estable, debiendo quedar terminado antes de media hora (1/2 h) de iniciada la extensión.

En los lugares inaccesibles para los equipos normales, el apisonado se efectuará mediante pisonos mecánicos u otros medios aprobados, hasta lograr resultados análogos a los obtenidos por los procedimientos normales.

En el caso de simples tratamientos superficiales, y una vez finalizado el eventual curado del ligante, deberá eliminarse todo exceso de árido que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuarse durante los primeros días después de que el tramo regado se haya abierto al tráfico.

#### **532.5.4 Segunda aplicación del ligante**

En el caso de dobles tratamientos superficiales, la segunda aplicación del ligante elegido se realizará con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director y, si el tiempo lo permite, dentro de las veinticuatro horas (24 h) siguientes a la construcción de la primera capa.

Esta segunda aplicación se hará de la misma forma que la primera, anteriormente descrita.

#### **532.5.5 Segunda extensión y apisonado del árido**

La segunda extensión y apisonado del árido elegido se realizará, con la dotación aprobada por el Director, de la misma forma que la primera, anteriormente descrita.

#### **532.6 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Los tratamientos superficiales se realizarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los diez grados centígrados (10° C) y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en cinco grados centígrados (5° C) la temperatura límite inferior.

No se realizarán tratamientos sobre superficies mojadas, salvo que se utilicen emulsiones bituminosas o ligantes activados.

Siempre que sea posible deberá evitarse la acción de todo tipo de tráfico sobre la capa recién ejecutada, por lo menos durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a su terminación. Si ello no es factible, la velocidad máxima de los vehículos deberá reducirse a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

#### **532.7 MEDICION Y ABONO**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no haya sido realizada bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente constituirá una unidad independiente de los tratamientos superficiales.

Los ligantes bituminosos, incluida su extensión, se abonarán por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C) por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

Los áridos, incluida su extensión y apisonado, se abonarán por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada en báscula debidamente contrastada.

## **533 MACADAM BITUMINOSO POR PENETRACION CON LIGANTES VISCOSOS**

### **533.1 DEFINICION**

Se define como macadam bituminoso por penetración con un ligante viscoso la aplicación de un ligante bituminoso viscoso sobre una capa compactada de árido grueso, de granulometría uniforme. El ligante se introduce entre el árido por gravedad; el tratamiento se termina mediante la extensión y compactación de una capa de árido fino.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Extensión y compactación del árido grueso.
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Extensión y compactación del árido fino.

### **533.2 MATERIALES**

#### **533.2.1 Ligante bituminoso**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear, que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

AQ46, AQ54. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

B80/100, B150/200. Ver Artículo 211, «Betunes asfálticos».

RC4, RC5. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».

#### **533.2.2 Aridos**

##### **533.2.2.1 Condiciones generales**

Los áridos a emplear en macadam bituminoso por penetración procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural; en cuyo caso el rechazo del tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

Los áridos se compondrán de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. En el momento de su utilización no deberán contener más del dos por ciento (2 %), en peso, de agua libre.

533.2.2.2 Composición granulométrica

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará los husos, entre los de las Tablas 533.1 y 533.2, a que deberán ajustarse las curvas granulométricas de los áridos grueso y fino, respectivamente.

TABLA 533.1  
HUSOS GRANULOMETRICOS DEL ARIDO GRUESO

CEDAZO UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)		
	M 2	M 3	M 4
80	100		
63	90-100	100	
50	35-70	90-100	100
40	0-15	35-70	90-100
25	—	0-15	25-60
20	0-5	—	0-15
12,5	—	0-5	—
10	—	—	0-5

TABLA 533.2  
HUSOS GRANULOMETRICOS DEL ARIDO FINO

CEDAZO Y TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)	
	M 21	M 22
25	100	
20	90-100	100
12,5	—	90-100
10	20-55	40-75
5	0-10	5-25
2,5	0-5	0-10
1,25	—	0-5

### 533.2.2.3 Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

### 533.2.2.4 Adhesividad

La adhesividad con los ligantes bituminosos será suficiente a juicio del Director de las obras.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique lo contrario, se estimará que la adhesividad es suficiente cuando el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto, después del ensayo de inmersión en agua, según la Norma NLT-166/73, sea superior al setenta y cinco por ciento (75 %), siempre que, en el veinticinco por ciento (25 %) restante, no haya más del quince por ciento (15 %) del total que presente caras totalmente descubiertas.

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de un activante adecuado, estipulando las condiciones de su utilización.

## 533.3 DOSIFICACION DE LOS MATERIALES

La dosificación de los materiales a utilizar será la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. No obstante, el Director podrá modificar tal dosificación cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen, y se justifique debidamente, mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

Salvo justificación en contrario, la dosificación de los materiales estará comprendida entre los límites que se señalan en la Tabla 533.3.

TABLA 533.3

ESPESOR DE LA CAPA COMPACTADA	cm	10	7,5	5
ARIDO GRUESO	Tipo kg/m <sup>2</sup>	M 2 180-220	M 3 135-165	M 4 90-110
LIGANTE BITUMINOSO RESIDUAL	kg/m <sup>2</sup>	9-11	6-8	4-6
ARIDO FINO	Tipo kg/m <sup>2</sup>	M 21 25-30	M 21 15-20	M 22 12-15

Los pesos de los áridos que figuran en la Tabla 533.3 están basados en áridos con peso específico de dos con sesenta y cinco gramos por centímetro cúbico (2,65 g/cm<sup>3</sup>) y densidades compactadas de dos a uno con ochenta gramos por centímetro cúbico (2,00-1,80 g/cm<sup>3</sup>).

Si se emplean áridos cuyos pesos específicos difieran en más de una décima de gramo por centímetro cúbico ( $\pm 0,1 \text{ g/cm}^3$ ) habrá que multiplicar los pesos por el factor obtenido al dividir el peso específico del árido por el tomado como base para el cálculo de la Tabla (2,65  $\text{g/cm}^3$ ).

#### **533.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

##### **533.4.1 Equipo para aplicación del ligante**

Irà montado sobre neumáticos y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

El equipo estará provisto de un velocímetro, calibrado en metros por segundo (m/s), directamente visible por el conductor, a fin de que éste pueda mantener la velocidad constante necesaria para conseguir una dotación longitudinalmente uniforme.

Para puntos inaccesibles al equipo, y retoques, se empleará una caldera regadora portátil provista de una lanza de mano, y dotada de un sistema de calefacción por quemador de combustible líquido.

En ambos casos, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por motor y estar provista de un indicador de presión, calibrado en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado ( $\text{kgf/cm}^2$ ). También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el ligante, calibrado en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), cuyo elemento sensible no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

##### **533.4.2 Equipo para la extensión de los áridos**

Se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas.

Las rastras de cepillos estarán proyectadas de tal modo que, cuando se las remolque a velocidad uniforme, distribuyan el árido fino uniformemente sobre la superficie, sin dejar ondulaciones ni estrías longitudinales.

##### **533.4.3 Equipo de compactación**

Los elementos compactadores que se empleen deberán tener un peso superior a cinco toneladas (5 t). Si tienen llanta metálica, su peso no deberá producir el machaqueo de los áridos, y deberán estar provistos de dispositivos para mantener los rodillos limpios y húmedos durante la compactación.

#### **533.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

##### **533.5.1 Preparación de la superficie existente**

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el macadam bituminoso cumple las condiciones de calidad y compactación especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halla reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, antes de que el Director pueda autorizar la iniciación de la extensión del árido grueso, deberá ser corregida, de acuerdo con el presente Pliego y el de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **533.5.2 Extensión y compactación del árido grueso**

La extensión del árido grueso elegido se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación o contaminación.

Inmediatamente después de la extensión del árido se procederá a su compactación. El apisonado se ejecutará longitudinalmente, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro, solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, a la vista del equipo de compactación empleado. La compactación se continuará hasta que el árido grueso haya quedado perfectamente trabado.

En los lugares inaccesibles para los equipos normales, la compactación se efectuará mediante pisonos mecánicos u otros medios aprobados hasta lograr resultados análogos a los obtenidos por los procedimientos normales.

Todo el material que se haya mezclado con polvo u otra materia extraña deberá reemplazarse por material limpio, volviéndose a compactar la zona afectada.

### **533.5.3 Aplicación del ligante**

La aplicación del ligante elegido se hará con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director, de manera uniforme, y evitando la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales. Para ello, se colocarán tiras de papel u otro material bajo los difusores, en aquellas zonas de la superficie donde comience o se interrumpa el trabajo, con objeto de que el riego pueda iniciarse o terminarse sobre ellas y los difusores funcionen con normalidad sobre la zona a tratar.

La temperatura de aplicación del ligante será tal, que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20-100 sSF).

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios, tales como bordillos, vallas, árboles, etc, puedan sufrir este efecto.

### **533.5.4 Extensión y compactación del árido fino**

La extensión del árido fino elegido se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director, no dejando transcurrir más de cinco minutos (5 min) desde la aplicación del ligante bituminoso, mejorando su reparto mediante la acción de rastras de cepillos. La distribución del árido se efectuará de manera que se evite el contacto de las ruedas con el ligante sin cubrir.

Cuando la aplicación del ligante se realice por franjas, el árido se extenderá de forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20 cm) de la zona tratada, junto a la superficie que todavía no lo haya sido, con objeto de que en dicha banda se complete la dotación de ligante prevista al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Inmediatamente después de la extensión del árido fino se procederá a su compactación, que se simultaneará con el paso de rastras de cepillos distribuidores, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro, solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, a la vista del equipo de compactación empleado. La compactación se continuará hasta obtener una superficie lisa y estable, sin que se produzcan movimientos perceptibles bajo el compactador, debiendo quedar terminada antes de media hora (1/2 h) de iniciada la extensión.

Deberá eliminarse todo el exceso de árido que haya quedado suelto sobre la superficie.

### **533.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de referencia, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de quince milímetros (15 mm) en ningún punto.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que las irregularidades excedan de las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, se reconstruirán, de acuerdo con las instrucciones del Director, a no ser que éste autorice a que se disponga una capa de regularización adecuada.

### **533.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

La aplicación del ligante bituminoso viscoso tendrá lugar cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los diez grados centígrados (10° C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en cinco grados centígrados (5° C) la temperatura límite inferior.

Siempre que sea posible, deberá evitarse la acción de todo tipo de tráfico sobre las capas recién ejecutadas, por lo menos durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a su terminación. Si ello no es factible, la velocidad de los vehículos deberá reducirse a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

### **533.8 MEDICION Y ABONO**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no haya sido realizada bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente constituirá una unidad independiente del macadam bituminoso.

El ligante bituminoso, incluida su extensión, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo, por pesada directa en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

Los áridos, incluida su extensión y compactación, se abonarán por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo, por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

## **534 MACADAM BITUMINOSO POR PENETRACION CON LIGANTES FLUIDOS**

### **534.1 DEFINICION**

Se define como macadam bituminoso por penetración con ligantes fluidos la doble aplicación de un ligante bituminoso fluido sobre una capa compactada de árido grueso de granulometría relativamente uniforme, cuyos huecos superficiales se rellenan con árido fino antes de la segunda aplicación del ligante. El ligante se introduce en los áridos por gravedad; el tratamiento se termina mediante la extensión y compactación de una segunda capa con otro árido más fino.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Extensión y compactación del árido grueso.
- Primera aplicación de ligante bituminoso.
- Primera extensión y compactación del árido fino.
- Segunda aplicación de ligante bituminoso.
- Segunda extensión y compactación del árido fino.

### **534.2 MATERIALES**

#### **534.2.1 Ligante bituminoso**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear, que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

BQ30, BQ38. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

RC1, RC2. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».

EAR1, EAR2, ECR1, ECR2. Ver Artículo 213, «Emulsiones asfálticas».

#### **534.2.2 Aridos**

##### **534.2.2.1 Condiciones generales**

Los áridos a emplear en macadam bituminoso por penetración procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, en cuyo caso el rechazo del tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

Los áridos se compondrán de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. Si el ligante empleado es una emulsión asfáltica y los áridos contienen polvo, se regarán con agua, en acopio o sobre camión, previamente a su utilización.

En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un dos por ciento (2 %) de agua libre; este límite podrá elevarse al cuatro por ciento (4 %) si se emplea emulsión asfáltica.

#### 534.2.2.2 Composición granulométrica

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el huso, entre los de la Tabla 534.1, a que deberá ajustarse la curva granulométrica del árido grueso. Para la primera y segunda aplicaciones del árido fino se utilizarán áridos cuyas curvas granulométricas queden comprendidas dentro de los husos M22 y M23 de la Tabla 534.2, respectivamente.

**TABLA 534.1**  
**HUSOS GRANULOMETRICOS DEL ARIDO GRUESO**

CEDAZO Y TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)			
	M 11	M 12	M 13	M 14
63	100			
50	70-90	100		
40	50-70	65-85	100	
25	25-45	35-55	55-75	100
20	15-35	15-35	35-55	60-80
12,5	0-15	0-15	10-30	20-40
10	—	—	0-15	—
5	0-5	0-5	—	0-10
2,5	—	—	0-5	—
1,25	—	—	—	0-5

TABLA 534.2

**HUSOS GRANULOMETRICOS DEL ARIDO FINO**

CEDAZO Y TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)	
	M 22	M 23
20	100	
12,5	90-100	
10	40-75	100
5	5-25	85-100
2,5	0-10	10-40
1,25	0-5	0-10
0,32	—	0-5

**534.2.2.3 Calidad**

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

**534.2.2.4 Adhesividad**

La adhesividad con los ligantes bituminosos será suficiente, a juicio del Director de las obras.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique lo contrario, se estimará que la adhesividad es suficiente cuando el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto, después del ensayo de inmersión en agua, según la Norma NLT-166/73, sea superior al setenta y cinco por ciento (75 %), siempre que, en el veinticinco por ciento (25 %) restante, no haya más del quince por ciento (15 %) del total que presente caras totalmente descubiertas.

Si la adhesividad no es suficiente no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de un activante adecuado, estipulando las condiciones de su utilización.

**534.3 DOSIFICACION DE LOS MATERIALES**

La dosificación de los materiales a utilizar será la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. No obstante, el Director podrá modificar tal dosificación, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen, y se justifique debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

Salvo justificación en contrario, la dosificación de los materiales estará comprendida entre los límites que se marcan en la Tabla 534.3.

Los pesos del árido que figuran en la Tabla 534.3 están basados en áridos con peso específico de dos con sesenta y cinco gramos por centímetro cúbico ( $2,65 \text{ g/cm}^3$ ) y densidades compactadas de dos con diez a uno con noventa gramos por centímetro cúbico ( $2,10-1,90 \text{ g/cm}^3$ ). Si se emplean áridos cuyos pesos específicos difieran en más de una décima de gramo por centímetro cúbico ( $\pm 0,1 \text{ g/cm}^3$ ) habrá que multiplicar los pesos por el factor obtenido al dividir el peso específico del árido por el tomado como base del cálculo de la Tabla ( $2,65 \text{ g/cm}^3$ ).

TABLA 534.3

ESPESOR DE LA CAPA COMPACTADA		cm	10	7,5	5	3,5
ARIDO GRUESO	Tipo		M 11	M 12	M 13	M 14
	kg/m <sup>2</sup>		190-230	145-175	95-115	70-85
ARIDO FINO	1° EXTENSION	Tipo	M 22	M 22	M 22	M 22
		kg/m <sup>2</sup>	10-12	10-12	10-12	10-12
	2° EXTENSION	Tipo	M 23	M 23	M 23	M 23
		kg/m <sup>2</sup>	5-7	5-7	5-7	5-7
LIGANTE BITUMINOSO	1° APLICACION	kg/m <sup>2</sup>	7-8	4,5-5,5	3-4	2,5-3,5
	2° APLICACION	kg/m <sup>2</sup>	5,5-7	5,5-7	3,5-4,5	2,0-3,0
TOTAL		kg/m <sup>2</sup>	12,5-15	10-12,5	6,5-8,5	4,5-6,5

#### 534.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

##### 534.4.1 Equipo para la aplicación del ligante

Irá montado sobre neumáticos; y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente; y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

El equipo estará provisto de un velocímetro, calibrado en metros por segundo (m/s), directamente visible por el conductor, a fin de que éste pueda mantener la velocidad constante necesaria para conseguir una dotación longitudinalmente uniforme.

Para puntos inaccesibles al equipo, y retoques, se empleará una caldera regadora portátil, provista de una lanza de mano; que, si el ligante empleado hace necesario el calentamiento, deberá estar dotada de un sistema de calefacción por quemador de combustible líquido.

En ambos casos, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por motor y estar provista de un indicador de presión, calibrado en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm<sup>2</sup>). También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el ligante, calibrado en grados centígrados (°C), cuyo elemento sensible no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

#### **534.4.2 Equipo para la extensión de los áridos**

Se utilizarán extendedoras mecánicas incorporadas a un camión o autopropulsadas.

Las rastras de cepillos estarán proyectadas de tal modo que, cuando se las remolque a velocidad uniforme, distribuyan el árido fino uniformemente sobre la superficie sin dejar ondulaciones ni estrías longitudinales.

#### **534.4.3 Equipo de compactación**

Los elementos compactadores que se empleen deberán tener un peso superior a cinco toneladas (5 t). Si tienen llanta metálica, su peso no deberá producir el machaqueo de los áridos, y deberán estar provistos de dispositivos para mantener los rodillos limpios y húmedos durante la compactación.

### **534.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **534.5.1 Preparación de la superficie existente**

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el macadam bituminoso cumple las condiciones de calidad y compactación especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halla reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, antes de que el Director pueda autorizar la iniciación de la extensión del árido grueso, deberá ser corregida, de acuerdo con el presente Pliego y el de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### **534.5.2 Extensión y compactación del árido grueso**

La extensión del árido grueso elegido se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación o contaminación.

Inmediatamente después de la extensión del árido, se procederá a su compactación. Esta se ejecutará longitudinalmente, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro; solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, a la vista del equipo de compactación empleado. La compactación se continuará hasta que el árido grueso haya quedado perfectamente trabado.

En los lugares inaccesibles para los equipos normales, la compactación se efectuará mediante pisonos mecánicos u otros medios aprobados, hasta lograr resultados análogos a los obtenidos por los procedimientos normales.

Todo el material que se haya mezclado con polvo u otra materia extraña deberá reemplazarse por material limpio, volviéndose a compactar la zona afectada.

### **534.5.3 Primera aplicación del ligante**

La primera aplicación del ligante elegido se hará con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director, de manera uniforme, y evitando la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales. Para ello se colocarán tiras de papel, u otro material, bajo los difusores, en aquellas zonas de la superficie donde comience o se interrumpa el trabajo, con objeto de que el riego pueda iniciarse o terminarse sobre ellas, y los difusores funcionen con normalidad sobre la zona a tratar.

La temperatura de aplicación del ligante será tal, que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20-100 sSF).

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios, tales como bordillos, vallas, árboles, etc, puedan sufrir este efecto.

### **534.5.4 Primera extensión y compactación de árido fino**

La primera extensión de árido fino se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director, no dejando transcurrir más de cinco minutos (5 min) desde la aplicación del ligante bituminoso, mejorando su reparto mediante la acción de rastras de cepillos. La distribución del árido se efectuará de manera que se evite el contacto de las ruedas con el ligante sin cubrir.

Cuando la aplicación del ligante se realice por franjas, el árido se extenderá de forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20 cm) de la zona tratada, junto a la superficie que todavía no lo haya sido, con objeto de que en dicha banda se complete la dotación de ligante prevista al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Inmediatamente después de la extensión del árido fino se procederá a su compactación, que se simultaneará con el paso de rastras de cepillos distribuidores, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro, solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, a la vista del equipo de compactación empleado. La compactación se continuará hasta obtener una superficie lisa y estable, sin que se produzcan movimientos perceptibles bajo el compactador, debiendo quedar terminada antes de media hora (1/2 h) de iniciada la extensión.

### **534.5.5 Segunda aplicación del ligante**

La segunda aplicación del ligante elegido se realizará, con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director, de la misma forma que la primera, anteriormente descrita.

### **534.5.6 Segunda extensión y compactación de árido fino**

La segunda extensión y compactación de árido fino se realizará, con la dotación aprobada por el Director, de la misma forma que la primera, anteriormente descrita.

Deberá eliminarse todo el exceso de árido que haya quedado suelto sobre la superficie.

### **534.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas estacas de referencia, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de quince milímetros (15 mm) en ningún punto.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que las irregularidades excedan de las tolerancias antedichas o que tengan agua sobre la superficie, se reconstruirán, de acuerdo con las instrucciones del Director, a no ser que éste autorice que se disponga una capa de regularización adecuada.

### **534.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

La aplicación del ligante bituminoso fluido tendrá lugar cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los diez grados centígrados (10° C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en cinco grados centígrados (5° C) la temperatura límite inferior.

Siempre que sea posible, deberá evitarse la acción de todo tipo de tráfico sobre las capas recién ejecutadas, por lo menos durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a su terminación. Si ello no es factible, la velocidad de los vehículos deberá reducirse a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

### **534.8 MEDICION Y ABONO**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente; y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no haya sido realizada bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente constituirá una unidad independiente del macadam bituminoso.

El ligante bituminoso, incluida su extensión, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

Los áridos, incluida su extensión y compactación, se abonarán por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

## **540 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON LECHADA BITUMINOSA**

### **540.1 DEFINICION**

Se define como tratamiento superficial con lechada bituminosa la aplicación, sobre un pavimento, de una suspensión en agua de un mortero bituminoso de consistencia apropiada, fabricado con áridos, emulsión asfáltica y eventualmente agua.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Estudio de la lechada y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de la lechada.
- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación de la lechada en una o varias capas.

### **540.2 MATERIALES**

#### **540.2.1 Ligante bituminoso**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear que, en general, será una emulsión asfáltica del tipo EAL1 o ECL1 que cumpla las especificaciones del Artículo 213 de este Pliego.

Podrán utilizarse emulsiones especiales o mejorarse el ligante elegido mediante la adición de activantes, caucho o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichas emulsiones, adiciones y los productos resultantes.

#### **540.2.2 Áridos**

##### **540.2.2.1 Árido grueso**

###### **Definición**

Se define como árido grueso la fracción del árido que queda retenido en el tamiz 2,5 UNE.

### Condiciones generales

El árido grueso procederá del machaqueo y trituración de piedra de cantera o de grava natural, en cuyo caso el rechazo del tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

### Calidad

El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a veinticinco (25), excepto en lechadas para tratamientos en arcenes, en que será inferior a treinta (30).

### Coeficiente de pulido acelerado

El coeficiente de pulido acelerado, determinado según la Norma NLT-174/72, será superior a cuarenta centésimas (0,40).

Esta condición no será exigible en lechadas para tratamientos en arcenes.

### Forma

El índice de lajas, determinado según la Norma NLT-354/74, será inferior a treinta y cinco (35).

### 540.2.2.2 Arido fino

#### Definición

Se define como árido fino la fracción del árido que pasa por el tamiz 2,5 UNE y queda retenido en el tamiz 0,080 UNE.

### Condiciones generales

El árido fino podrá ser arena natural, arena procedente de machaqueo, o una mezcla de ambos materiales, exentos de suciedad, arcilla, materia orgánica u otras sustancias extrañas.

Las arenas naturales estarán constituidas por partículas estables y resistentes y de textura superficial áspera.

Las arenas de machaqueo se obtendrán de material que cumpla los requisitos fijados para el árido grueso a emplear en lechadas bituminosas.

### Adhesividad

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, se admitirá que la adhesividad, medida de acuerdo con la Norma NLT-355/74, es suficiente cuando el índice de adhesividad de dicho ensayo sea superior a cuatro (4).

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director de las obras autorice el empleo de una adición adecuada, estipulando las condiciones de su utilización.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante la adición de productos especiales. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, deberá establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichas adiciones y los productos resultantes.

#### 540.2.2.3 Filler

##### Definición

Se define como filler la fracción mineral que pasa por el tamiz 0,080 UNE.

##### Condiciones generales

El filler a emplear en la fabricación de las lechadas bituminosas procederá del machaqueo de los áridos o será de aportación como producto comercial o especialmente preparado para este fin.

##### Composición granulométrica

La curva granulométrica del filler de aportación estará comprendida dentro de los siguientes límites:

Tamiz UNE	Cernido ponderal acumulado (%)
0,63	100
0,16	90 - 100
0,080	75 - 100

##### Finura y actividad

La densidad aparente del filler, determinada por medio del ensayo de sedimentación en tolueno según la Norma NLT-176/74, estará comprendida entre cinco décimas de gramo por centímetro cúbico ( $0,5 \text{ g/cm}^3$ ) y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico ( $0,8 \text{ g/cm}^3$ ).

El coeficiente de emulsibilidad, determinado según la Norma NLT-180/74, será inferior a seis décimas (0,6).

#### 540.2.2.4 Plasticidad de la mezcla de árido y filler

La mezcla de áridos y filler, en las proporciones fijadas, tendrá un equivalente de arena, determinado según la Norma NLT-113/72, superior a treinta y cinco (35) para las lechadas aniónicas, y superior a cincuenta (50) para las lechadas catiónicas.

#### 540.2.2.5 Agua

El agua cumplirá las especificaciones del Artículo 280 de este Pliego.

### 540.3 TIPO, COMPOSICION Y DOTACION DE LA LECHADA

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el huso a que deberá ajustarse la curva granulométrica de los áridos y el filler entre los señalados en la Tabla 540.1.

El tipo, composición, dotación y número de aplicaciones de la lechada, de acuerdo con el estado de la superficie y la finalidad del tratamiento, serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo justificación en contrario, se ajustarán a lo indicado en la Tabla 540.2.

TABLA 540.1

CEDAZO Y TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)				
	AL 1	AL 2	AL 3	AL 4	AL 5
12,5	100				
10	85-100	100	100		
5	60-85	70-90	85-100	100	100
2,5	40-60	45-70	65-90	95-100	95-100
1,25	28-45	28-50	45-70	65-90	85-98
0,63	19-34	19-34	30-50	40-60	55-90
0,32	12-25	12-25	18-30	24-42	35-55
0,16	7-18	7-18	10-20	15-30	20-35
0,080	4-8	5-15	5-15	10-20	15-25

TABLA 540.2

CARACTERISTICAS	TIPO DE LECHADA				
	LB 1	LB 2	LB 3	LB 4	LB 5
Tipo de árido	AL 1	AL 2	AL 3	AL 4	AL 5
Ligante residual % sobre árido	5,5-7,5	6,5-12,0	7,5-13,5	10,0-16,0	12,0-20,0
Agua de amasado % sobre árido	8-12	10-15	10-15	10-20	10-20
Agua total % sobre árido	10-20	10-20	10-20	10-30	15-40
Dotación media de lechada (kg/m <sup>2</sup> )	15-25	10-15	7-12	2-6	2-5
Espesor mínimo (mm)	8	6	4	3	2
Principal aplicación	1ª capa	1ª capa o capa única	capa única	capa única o 2ª capa	capa única o 2ª capa
Textura del pavimento a recubrir	gruesa o permeable	gruesa o descarnada	media	fina o agrietada	agrietada o lisa

En el caso de utilizar como ligante emulsiones bituminosas catiónicas, con características y procedimientos de ejecución que no se ajusten a lo especificado en este Artículo, el Director decidirá sobre su empleo a la vista de los resultados de las pruebas realizadas.

El número de aplicaciones y la dotación para cada una de ellas podrán ser modificadas en obra por el Director a la vista de las condiciones de la misma, del equipo empleado para la extensión de la lechada y de los ensayos realizados.

#### 540.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

##### 540.4.1 Estudio de la lechada y obtención de la fórmula de trabajo

La fabricación de la lechada no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Esta fórmula definirá:

- La granulometría de los áridos combinados y filler, referida a los cedazos y tamices UNE 12,5, 10, 5, 2,5, 1,25, 0,63, 0,32, 0,16 y 0,080.
- El tanto por ciento (%), en peso, de emulsión asfáltica respecto del peso total de los áridos.
- El tiempo de rotura.

La cantidad final de agua de la mezcla será la necesaria para conseguir una consistencia de la lechada que permita su fácil extensión sin que se produzca segregación de los áridos.

Si las circunstancias de la obra lo aconsejan, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la lechada, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

#### **540.4.2 Fabricación de la lechada**

##### **540.4.2.1 Preparación de los áridos**

Los áridos se suministrarán en los tipos necesarios para obtener la granulometría deseada.

Cada tipo de árido se acopiará por separado y se utilizarán divisiones estancas y resistentes para evitar su contaminación. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios se llevarán a cabo por capas de espesor no superior a un metro (1 m). El árido se descargará en montones adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. Los áridos se humedecerán convenientemente antes de su empleo, en caso de que sea necesario.

##### **540.4.2.2 Mezcla**

La mezcla de los materiales podrá hacerse en hormigoneras o mezcladoras especiales, fijas o móviles.

Las mezcladoras móviles serán de mezclado continuo, dotadas de las tolvas, tanques y dispositivos necesarios sincronizados para dosificar los áridos, el filler, el agua, la emulsión y, en su caso, los aditivos de la lechada. La mezcla obtenida pasará a través de una compuerta vertedero a la caja repartidora.

En el caso de instalaciones fijas, la cantidad de áridos y de filler, en las proporciones de la fórmula de trabajo, se adicionarán al mezclador junto con el agua necesaria, mezclada o no con aditivos; una vez homogeneizada la mezcla se adicionará la cantidad de emulsión fijada, prolongando las operaciones de mezclado hasta obtener la lechada con la consistencia requerida. La lechada se transportará a obra en camiones hormiguera, agitándola para evitar su decantación, desde donde se verterá a la caja repartidora de manera continua.

#### **540.4.3 Preparación de la superficie existente**

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la lechada bituminosa se limpiará la superficie que haya de recibirla de polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas y/o máquinas sopladoras.

En los lugares inaccesibles a los equipos mecánicos se utilizarán escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar, sobre todo junto a eventuales acopios de áridos, que deberán ser retirados, si es preciso, antes del barrido para no entorpecerlo y evitar su contaminación,

#### **540.4.4 Aplicación de la lechada**

Una vez preparada la superficie a tratar y antes de que se inicien las operaciones de extendido, deberá humedecerse con agua; tal humectación se realizará de manera uniforme; la dotación de agua a emplear se fijará por el Director a la vista del estado de la superficie y de las condiciones climatológicas.

La extensión de la lechada se realizará mediante una caja repartidora, que deberá estar dotada de dispositivos para evitar las pérdidas laterales y de una maestra de goma regulable que permita el correcto reparto, extensión y buena terminación del tratamiento.

El avance de los equipos de extendido se hará paralelamente al eje de la carretera, y su velocidad será la conveniente para que el tratamiento deje la dotación adecuada y una superficie uniforme.

En los lugares inaccesibles para los equipos normales la extensión podrá realizarse manualmente, utilizando cepillos de raíz o bandas de goma.

En caso de estar prevista una segunda aplicación de lechada, ésta se realizará después de que haya curado por completo el material extendido en la primera aplicación.

#### **540.5 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

El tratamiento superficial con lechada bituminosa se aplicará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los cinco grados centígrados (5° C) y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. En el caso de emplear emulsiones catiónicas el límite inferior de temperatura podrá debajarse a dos grados centígrados (2° C).

Deberá evitarse la acción de todo tipo de tráfico sobre las capas que no hayan curado completamente. Si ello no es factible, la velocidad de los vehículos deberá reducirse a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

#### **540.6 MEDICION Y ABONO**

El ligante bituminoso empleado en la fabricación de las lechadas bituminosas se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), mediante las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

La fabricación y puesta en obra de las lechadas bituminosas, incluidos todos los materiales excepto el ligante, se abonará por toneladas (t), deducidas multiplicando los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados por la dotación fijada, que se controlará por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

## 541 MEZCLAS BITUMINOSAS EN FRIO

### 541.1 DEFINICION

Se define como mezcla bituminosa en frío la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual no es preciso calentar previamente los áridos. La mezcla se extenderá y compactará a la temperatura ambiente.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

### 541.2 MATERIALES

#### 541.2.1 Ligantes bituminosos

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

BQ30 y BQ38. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

RC1, RC2, RC3, MC1, MC2, MC3. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».

EAM1, EAM2, EAMf, EAL1, ECM1, ECL1, ECLf. Ver Artículo 213, «Emulsiones asfálticas».

Podrá mejorarse el ligante elegido mediante la adición de activantes, caucho, asfalto natural o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichas adiciones y los productos resultantes. La dosificación y homogeneización de la adición se realizará siguiendo las instrucciones del Director de las obras, basadas en los resultados de los ensayos previamente realizados.

#### 541.2.2 Aridos

##### 541.2.2.1 Arido grueso

### Definición

Se define como árido grueso la fracción del mismo que queda retenida en el tamiz 2,5 UNE.

### Condiciones generales

El árido grueso procederá del machaqueo y trituración de piedra de cantera o de grava natural, en cuyo caso el rechazo del tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

### Calidad

El coeficiente de calidad, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta (30) en capas de base, y a veinticinco (25) en capas intermedias o de rodadura.

### Coeficiente de pulido acelerado

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará el valor mínimo del coeficiente de pulido acelerado del árido a emplear en capas de rodadura. Este valor será como mínimo de cuarenta y cinco centésimas (0,45) en carreteras para tráfico pesado, y de cuarenta centésimas (0,40) en los restantes casos. El coeficiente de pulido acelerado se determinará de acuerdo con las Normas NLT-174/72 y NLT-175/73.

### Forma

El índice de lajas de las distintas fracciones, determinado según la Norma NLT-354/74, será inferior a los límites indicados a continuación:

Fracción	Índice de lajas
40 a 25 mm	inferior a 40
25 a 20 mm	inferior a 35
20 a 12,5 mm	inferior a 35
12,5 a 10 mm	inferior a 35
10 a 6,3 mm	inferior a 35

En firmes sometidos a tráfico pesado, el índice de lajas deberá ser inferior a treinta (30).

### Adhesividad

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, se considerará que la adhesividad es suficiente cuando, en mezclas abiertas, del tipo AF de la Tabla 541.1, el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto después del ensayo de in-

mersión en agua, según la Norma NLT-166/75, sea superior al noventa y cinco por ciento (95 %), o cuando, en los otros tipos de mezclas, la pérdida de resistencia de las mismas en el ensayo de inmersión-compresión, realizado de acuerdo con la Norma NLT-162/75, no rebase el veinticinco por ciento (25 %).

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de aditivos adecuados, especificando las condiciones de su utilización.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los productos resultantes.

#### 541.2.2.2 Arido fino

##### Definición

Se define como árido fino la fracción del árido que pasa por el tamiz 2,5 UNE y queda retenido en el tamiz 0,080 UNE.

##### Condiciones generales

El árido fino será arena natural, arena procedente de machaqueo, o una mezcla de ambos materiales, exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. Estas condiciones se concretarán en el Pliego Prescripciones Técnicas Particulares.

Las arenas naturales estarán constituidas por partículas estables, resistentes y de textura superficial áspera.

Las arenas de machaqueo se obtendrán de piedra que cumpla los requisitos fijados para el árido grueso.

##### Adhesividad

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, se admitirá que la adhesividad, medida de acuerdo con la Norma NLT-355/74, es suficiente cuando el índice de adhesividad de dicho ensayo sea superior a cuatro (4), o cuando en la mezcla la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, realizado de acuerdo con la Norma NLT-162/75, no pase del veinticinco por ciento (25 %).

Si la adhesividad no es suficiente no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de un aditivo adecuado, definiendo las condiciones de su utilización.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director deberá establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los productos resultantes.

#### 541.2.2.3 Filler

##### Definición

Se define como filler la fracción mineral que pasa por el tamiz 0,080 UNE.

### Condiciones generales

El filler procederá del machaqueo de los áridos o será de aportación como producto comercial o especialmente preparado para este fin.

Las proporciones del filler procedente de los áridos y comercial de aportación se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### Granulometría

La curva granulométrica del filler de recuperación o de aportación estará comprendida dentro de los siguientes límites:

Tamiz UNE	Cernido ponderal acumulado (%)
0,63	100
0,16	90 - 100
0,080	75 - 100

### Finura y actividad

La densidad aparente del filler, determinada por medio del ensayo de sedimentación en tolueno, según la Norma NLT-176/74, estará comprendida entre cinco décimas de gramo por centímetro cúbico ( $0,5 \text{ g/cm}^3$ ) y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico ( $0,8 \text{ g/cm}^3$ ).

El coeficiente de emulsibilidad, determinado según la Norma NLT-180/74, será inferior a seis décimas (0,6).

#### 541.2.2.4 Plasticidad de la mezcla de áridos y filler

La mezcla de árido grueso, árido fino y filler, en las proporciones establecidas, tendrá un equivalente de arena, determinado según la Norma NLT-113/72, superior a cuarenta (40) para capas de base, o superior a cuarenta y cinco (45) para capas intermedias o de rodadura.

### 541.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

El tipo y características de la mezcla bituminosa en frío serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La mezcla bituminosa será, en general, de uno de los tipos definidos en la Tabla 541.1.

TABLA 541.1

TIPOS DE MEZCLAS

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)											
	Mezclas densas			Mezclas semidensas			Mezclas gruesas			Mezclas abiertas		
	DF 12	DF 20	DF 25	SF 12	SF 20	SF 25	GF 12	GF 20	GF 25	AF 12	AF 20	AF 25
40			100			100			100			100
25		100	80-95		100	80-95		100	75-95		100	65-90
20	100	80-95		100	80-95		100	75-95		100	65-90	
12,5	80-95		62-77	80-95		60-75	75-95		47-67	65-90		30-55
10		60-75			60-75			47-67			35-60	
5	50-65	47-62	45-60	47-62	43-58	40-55	30-48	28-46	26-44	20-40	15-35	10-30
2,5		35-50			30-45			20-35			5-20	
0,32		13-23			10-18			5-14				
0,080		3-8			2-7			1-5			0-4	
% ligante bituminoso residual en peso respecto al árido (*)		4,0-5,5			3,5-5,0			3,0-4,5			2,5-4,0	

(\*) El contenido de ligante bituminoso óptimo se determinará mediante ensayos de laboratorio.

El tamaño máximo del árido, y por tanto el tipo de mezcla a emplear, dependerá del espesor de la capa compactada, el cual, salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, cumplirá lo indicado en la Tabla 541.2.

TABLA 541.2

ESPESOR EN CM DE LA CAPA COMPACTADA	TIPOS DE MEZCLAS A EMPLEAR
Menor o igual que 4	DF, SF, GF, AF, 12
Entre 4 y 6	DF, SF, GF, AF, 20
Mayor que 6	DF, SF, GF, AF, 25

## **541.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **541.4.1 Instalación de fabricación**

Las mezclas bituminosas en frío se fabricarán por medio de instalaciones de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de áridos que se suministre.

Los silos de áridos en frío deberán estar provistos de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier ajuste. Estos dispositivos deberán ser calibrados, antes de iniciar la fabricación de un tipo de mezcla en condiciones reales de funcionamiento.

El Director podrá exigir que la instalación esté dotada de un sistema de clasificación secundario de los áridos, en un número de fracciones suficientes, y de silos de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes, estancas y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones. Dichos silos estarán dotados de un rebosadero para evitar que el exceso de contenido se vierta en los contiguos, o afecte al funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel del silo baje del que proporcione el caudal calibrado, y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas. El sistema de cierre será rápido y estanco.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante deberá poder permitir su calentamiento a la temperatura de mezcla y su recirculación. En la calefacción del ligante se emplearán preferentemente serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera a temperaturas muy superiores a las de empleo. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc, deberán estar provistos de dispositivos calefactores o de aislamiento, para evitar pérdidas de temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de alimentación deberá estar provisto de toma para el muestreo y comprobación del calibrado del dispositivo de dosificación.

En el caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos.

El sistema de almacenamiento y alimentación independiente del filler, si lo hay, deberá estar protegido de la humedad.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso, cuya exactitud sea superior al medio por ciento ( $\pm 0,5\%$ ). El ligante deberá ser introducido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

En las instalaciones de tipo continuo, el dosificador del ligante deberá estar sincronizado con los de alimentación de áridos y filler, y deberá disponer de dispositivos para su calibrado a la temperatura y/o presión de trabajo, así como para la toma de muestras.

El mezclador en las instalaciones de tipo continuo será del tipo de ejes gemelos.

Los nuevos tipos de instalaciones que carezcan de algunos de estos dispositivos deberán ser aprobados por el Director, previo los ensayos que demuestren la bondad de la mezcla con ellos fabricada.

#### **541.4.2 Elementos de transporte**

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia, y que deberá tratarse con un producto, para evitar que la mezcla se adhiera a ella, cuya composición y dotación deberán haber sido aprobados por el Director.

La forma de la caja será tal que, durante el vertido, la extendedora no toque a la misma.

Los camiones deberán estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla durante su transporte.

#### **541.4.3 Extendedoras**

Las extensiones serán autopropulsadas, dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla con la configuración deseada y un mínimo de precompactación. El ancho de extendido mínimo y máximo se fijará en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. La capacidad de la tolva será la adecuada para el tamaño de la máquina, así como su potencia de tracción.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste.

Si a la extendedora pueden acoplarse piezas para aumentar su ancho, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las correspondientes de la máquina.

El Director podrá exigir que la extendedora esté equipada de dispositivo automático de nivelación.

En casos justificados, el Director podrá autorizar el empleo de motoniveladoras para la extensión de la mezcla.

#### **541.4.4 Equipo de compactación**

Deberán utilizarse compactadores autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibrantes, triciclos o tándem, de neumáticos o mixtos. El equipo de compactación será aprobado por el Director a la vista de los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

Todos los tipos de compactadores estarán dotados de dispositivos para la limpieza de las llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario, así como inversores de marcha suave.

Los compactadores de llanta metálica no deberán presentar surcos ni irregularidades en las mismas. Los compactadores vibrantes dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras.

Las presiones lineales, estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos tipos de compactadores, serán las necesarias para conseguir la compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del árido ni arrollamientos de la mezcla.

## 541.5 EJECUCION DE LAS OBRAS

### 541.5.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La puesta en obra de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados por los cedazos y tamices: 40, 25, 20, 12,5, 10, 5, 2,5, 0,63, 0,32, 0,16 y 0,080 UNE.
- El tanto por ciento (%), en peso del total de la mezcla de áridos, de ligante bituminoso a emplear.

También deberán señalarse, para el caso en que la fabricación de la mezcla se realice en instalaciones de tipo discontinuo, los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante; y para el caso en que la fabricación de la mezcla se realice en instalaciones de tipo continuo, el tiempo teórico de mezcla.

El contenido de ligante deberá fijarse a la vista de los materiales a emplear, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos; en la superficie específica del árido, por medio del ensayo del equivalente centrífugo de keroseno según la Norma NLT-169/72, u otros ensayos que considere oportunos el Director.

Las tolerancias admisibles, respecto de la fórmula de trabajo, serán las siguientes:

#### Aridos y filler

Tamices superiores al 2,5 UNE .....	± 6 % del peso total de áridos.
Tamices comprendidos entre 2,5 UNE y 0,16 UNE, ambos inclusive .....	± 3 % del peso total de áridos.
Tamiz 0,080 UNE .....	± 1 % del peso total de áridos.

#### Ligante

Ligante .....	± 0,5 % del peso total de áridos.
---------------	-----------------------------------

Cuando el resultado de un ensayo de control sobrepase las tolerancias, se intensificará el control para constatar el resultado o rectificarlo. En el primer caso, si existe una desviación sistemática, se procederá a reajustar la dosificación de los materiales para encajar la producción dentro de la fórmula de trabajo.

Debe prestarse especial atención al plan general de control de calidad y al de toma de muestras para evitar errores sistemáticos que falsearían los resultados de control.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la mezcla bituminosa, justificándolo debidamente, mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

## 541.5.2 Fabricación de la mezcla

Los áridos se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal, que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, si se observan las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m) y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director fijará el volumen mínimo de acopios exigible de acuerdo con las características de la obra y el volumen de mezclas a fabricar.

La carga de los silos se realizará de forma que éstos estén siempre llenos entre el cincuenta por ciento (50 %) y el cien por ciento (100 %) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de las salidas de los silos se ajustarán de forma que la mezcla de todos los áridos se ajuste a la fórmula de obra.

Los áridos preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el filler seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador, al mismo tiempo que los áridos, la cantidad de ligante requerida, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente, para evitar segregaciones en la caída de la mezcla al camión.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los áridos y el filler, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada amasijo y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de los áridos, del filler y del ligante no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical.

Cuando el ligante empleado sea una emulsión bituminosa, y el árido sea absorbente y esté seco, conviene añadir al árido en el mezclador una pequeña cantidad de agua, que facilite la dispersión de la emulsión. Cuando se emplee betún asfáltico fluidificado, y el árido, al llegar al mezclador, tenga humedad libre, se exigirá la aplicación de activantes.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, con espuma, y aquellas en que la envuelta no sea perfecta.

En el caso de que se utilicen procedimientos de fabricación especiales, el Director deberá aprobar previamente las normas y especificaciones correspondientes.

#### **541.5.3 Transporte de la mezcla**

La mezcla se transportará al lugar de empleo en camiones.

En condiciones meteorológicas adversas, la mezcla deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados.

#### **541.5.4 Preparación de la superficie existente**

La mezcla no se extenderá hasta que no se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan en las mencionadas tolerancias, se corregirán de acuerdo con lo previsto en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

Si la extensión de la mezcla requiere la previa ejecución de riegos de imprimación o de adherencia, éstos se realizarán de acuerdo con los capítulos correspondientes del presente Pliego.

Se comprobará que ha transcurrido el plazo de curado de estos riegos, no debiendo quedar vestigios de fluidificante o agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde la aplicación de los riegos, se comprobará que la capacidad de unión de éstos con la mezcla no haya disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director podrá ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

#### **541.5.5 Extensión de la mezcla**

La extensión se realizará de forma que la superficie de la capa extendida quede lisa y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la sección transversal, rasante y perfiles indicados en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo. A menos que se ordene otra cosa, la colocación comenzará a lo largo del borde de la calzada en las zonas a pavimentar con sección bombeada, o en el lado de cota inferior en las secciones con pendiente en un solo sentido. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y para conseguir la mayor continuidad de la operación de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tráfico, las características del equipo de extensión y la capacidad de suministro.

Con el equipo de extendido deberá disponerse un número suficiente de obreros especializados, añadiendo mezcla y enrasándola según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en este Artículo.

Donde no resulte factible a juicio del Director el empleo de maquinaria, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar

y se distribuirá en los lugares correspondientes, por medio de palas y rastrillos, en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los Planos correspondientes, con las tolerancias establecidas.

#### **541.5.6 Compactación de la mezcla**

La compactación se realizará de acuerdo con el plan propuesto por el contratista y aprobado por el Director, comenzando por el borde de cota inferior. Los rodillos llevarán su rueda motriz del lado cercano al equipo de extensión; sus cambios de dirección se harán sobre mezcla ya apisonada y sus cambios de sentido se efectuarán con suavidad. La compactación se continuará hasta alcanzar la densidad especificada. Las pasadas finales del equipo de compactación deberán eliminar las huellas dejadas en pasadas anteriores.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación con apisonadoras normales la compactación se efectuará mediante máquinas de tamaño y diseño adecuado para la labor que se pretende realizar.

La compactación deberá realizarse de manera continua, durante la jornada de trabajo, y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos.

La densidad a obtener será la indicada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la que indique el Director, debidamente justificada basándose en los resultados conseguidos en los tramos de prueba.

#### **541.5.7 Juntas transversales y longitudinales**

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse especialmente a fin de asegurar su perfecta adherencia. Todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se pintarán con una capa uniforme y ligera de ligante de adherencia antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente.

Excepto en el caso en que se utilicen juntas especiales, el borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente, con objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación. Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos, o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa y vertical en todo el espesor de la capa. Donde se considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas transversales de capas superpuestas queden a un mínimo de cinco metros (5 m) una de otra y que las longitudinales queden a un mínimo de quince centímetros (15 cm) una de otra.

#### **541.5.8 Tramos de prueba**

Cuando lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o lo ordene el Director, se construirán una o varias secciones de ensayo, del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ellas se probará el equipo y el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la mezcla y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas. En el caso de que los ensayos indicasen que la mezcla no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones en la instalación de fabricación y sistemas de extensión y compactación o, si ello es necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiendo la ejecución de las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

#### **541.5.9 Tolerancias de la superficie acabada**

En el caso de carreteras de nueva construcción, dispuestos clavos de referencia, nivelados hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichos clavos.

La superficie acabada no diferirá de la teórica en más de diez milímetros (10 mm) en las capas de rodadura, o quince milímetros (15 mm) en el resto de las capas.

La superficie acabada no presentará irregularidades de más de cinco milímetros (5 mm) en las capas de rodadura, u ocho milímetros (8 mm) en el resto de las capas, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la zona pavimentada.

Las zonas en las que las irregularidades excedan de las tolerancias antedichas o que retengan agua sobre la superficie, o en las que el espesor no alcance al noventa por ciento (90 %) del previsto en los Planos, deberán corregirse, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director.

En el caso de obras sobre carreteras antiguas, el Director fijará las tolerancias sobre las anteriores prescripciones, teniendo en cuenta el estado de la carretera antigua y el objeto e importancia del trabajo ejecutado.

En todo caso la superficie de la capa presentará una textura plana, uniforme, exenta de segregaciones y con la pendiente adecuada.

#### **541.5.10 Limitaciones de la ejecución**

La fabricación y extensión de mezclas bituminosas en frío se efectuará cuando las condiciones climatológicas sean adecuadas. Salvo autorización expresa del Director, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en frío cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea inferior a cinco grados centígrados (5° C) con tendencia a disminuir, o se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Terminada la compactación y alcanzada la densidad adecuada, podrá darse al tráfico la zona ejecutada.

#### 541.6 MEDICION Y ABONO

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no se haya realizado bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) realmente preparados, medidos en el terreno.

El ligante bituminoso empleado en la fabricación de mezclas bituminosas en frío se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, deduciendo la dotación mediante ensayos de extracción realizados diariamente.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en frío se abonará por toneladas (t) realmente fabricadas y puesta en obra, medidas antes de su colocación por pesada directa en báscula debidamente contrastada, sin descontar el tonelaje de ligante obtenido anteriormente.

El abono de los áridos, filler y eventuales adiciones, empleados en la fabricación de las mezclas bituminosas en frío, se considerará incluido en el de la fabricación y puesta en obra de las mismas, a no ser que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se especifique otra cosa.

Se descontarán las toneladas (t) de ligante bituminoso y mezcla correspondientes a las demasías que se hayan producido por mayor anchura de capa, con respecto a lo establecido en las secciones de Planos de Proyecto más tolerancia. Dicho descuento se establecerá de acuerdo con las toneladas por metro cuadrado ( $t/m^2$ ) de ligante y mezcla empleadas y con los metros cuadrados ( $m^2$ ) de demasía.

## 542 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

### 542.1 DEFINICION

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual es preciso calentar previamente los áridos y el ligante. La mezcla se extenderá y compactará a temperatura superior a la del ambiente.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

### 542.2 MATERIALES

#### 542.2.1 Ligantes bituminosos

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

BQ58, BQ62 y BQ66. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

B 20/30, B 40/50, B 60/70 y B 80/100. Ver Artículo 211, «Betunes asfálticos».

Podrá mejorarse el ligante elegido mediante la adición de activantes, caucho, asfalto natural o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichas adiciones y los productos resultantes. La dosificación y homogeneización de la adición se realizará siguiendo las instrucciones del Director de las obras, basadas en los resultados de los ensayos previamente realizados.

#### 542.2.2 Aridos

##### 542.2.2.1 Arido grueso

Definición

Se define como árido grueso la fracción del mismo que queda retenida en el tamiz 2,5 UNE.

### Condiciones generales

El árido grueso procederá del machaqueo y trituración de piedra de cantera o de grava natural, en cuyo caso el rechazo del tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

### Calidad

El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta (30) en capas de base, y a veinticinco (25) en capas intermedias o de rodadura.

### Coeficiente de pulido acelerado

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará el valor mínimo del coeficiente de pulido acelerado del árido a emplear en capas de rodadura. Este valor será como mínimo de cuarenta y cinco centésimas (0,45) en carreteras para tráfico pesado, y de cuarenta centésimas (0,40) en los restantes casos. El coeficiente de pulido acelerado se determinará de acuerdo con las Normas NLT-174/72 y NLT-175/73.

### Forma

El índice de lajas de las distintas fracciones, determinado según la Norma NLT-354/74, será inferior a los límites indicados a continuación:

<b>Fracción</b>	<b>Índice de lajas</b>
40 a 25 mm	inferior a 40
25 a 20 mm	inferior a 35
20 a 12,5 mm	inferior a 35
12,5 a 10 mm	inferior a 35
10 a 6,3 mm	inferior a 35

En firmes sometidos a tráfico pesado, el índice de lajas deberá ser inferior a treinta (30).

### Adhesividad

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, se considerará que la adhesividad es suficiente cuando, en mezclas abiertas, del tipo A de la Tabla 542.1, el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto después del ensayo de inmersión en agua, según la Norma NLT-166/75, sea superior al noventa y cinco por ciento (95 %), o cuando, en los otros tipos de mezclas, la pérdida de resistencia de las mismas, en el ensayo de inmersión-compresión, realizado de acuerdo con la Norma NLT-162/75, no rebase el veinticinco por ciento (25 %).

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de aditivos adecuados, especificando las condiciones de su utilización.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director, establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los productos resultantes.

#### 542.2.2.2 Arido fino

##### Definición

Se define como árido fino la fracción de árido que pasa por el tamiz 2,5 UNE y queda retenido en el tamiz 0,080 UNE.

##### Condiciones generales

El árido fino será arena procedente de machaqueo o una mezcla de ésta y arena natural. En este último caso el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá señalar el porcentaje máximo de arena natural a emplear en la mezcla.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

##### Calidad

El árido fino procedente de machaqueo se obtendrá de material cuyo coeficiente de desgaste Los Angeles cumpla las condiciones exigidas para el árido grueso.

##### Adhesividad

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, se admitirá que la adhesividad, medida de acuerdo con la Norma NLT-355/74, es suficiente cuando el índice de adhesividad de dicho ensayo sea superior a cuatro (4) o cuando, en la mezcla, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, realizado de acuerdo con la Norma NLT-162/75, no pase del veinticinco por ciento (25 %).

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de un aditivo adecuado, definiendo las condiciones de su utilización.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director, deberán establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los productos resultantes.

#### 542.2.2.3 Filler

##### Definición

Se define como filler la fracción mineral que pasa por el tamiz 0,080 UNE.

### Condiciones generales

El filler procederá del machaqueo de los áridos o será de aportación como producto comercial o especialmente preparado para este fin.

Las proporciones del filler procedente de los áridos y comercial de aportación se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En carreteras con tráfico pesado el filler será totalmente de aportación en capas de rodadura y en capas intermedias, excluido el que quede inevitablemente adherido a los áridos.

### Granulometría

La curva granulométrica del filler de recuperación o de aportación estará comprendida dentro de los siguientes límites:

<u>Tamiz UNE</u>	<u>Cernido ponderal acumulado (%)</u>
0,63	100
0,16	90 - 100
0,080	75 - 100

### Finura y actividad

La densidad aparente del filler, determinada por medio del ensayo de sedimentación en tolueno según la Norma NLT-176/74, estará comprendida entre cinco décimas de gramo por centímetro cúbico (0,5 g/cm<sup>3</sup>) y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico (0,8 g/cm<sup>3</sup>).

El coeficiente de emulsibilidad, determinado según la Norma NLT-180/74, será inferior a seis décimas (0,6).

#### 542.2.2.4 Plasticidad de la mezcla de áridos en frío

La mezcla de los áridos en frío en las proporciones establecidas, y antes de la entrada en el secador, tendrá un equivalente de arena, determinado según la Norma NLT-113/72, superior a cuarenta (40) para capas de base, o superior a cuarenta y cinco (45) para capas intermedias o de rodadura.

### 542.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

El tipo y características de la mezcla bituminosa en caliente serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La mezcla bituminosa será, en general, de uno de los tipos definidos en la Tabla 542.1.

El tamaño máximo del árido, y por tanto el tipo de mezcla a emplear, dependerá del espesor de la capa compactada, el cual, salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, cumplirá lo indicado en la Tabla 542.2.

Para tráfico pesado, salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se utilizarán mezclas densas D o semidensas S en capas de rodadura, mezclas densas D, semidensas S o gruesas G en capas intermedias, y gruesas G en capas de base.

La relación ponderal mínima entre los contenidos de filler y betún de la mezcla bituminosa, se fijará en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

**TABLA 542.1**  
**TIPOS DE MEZCLAS**

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)											
	Mezclas densas			Mezclas semidensas			Mezclas gruesas			Mezclas abiertas		
	D 12	D 20	D 25	S 12	S 20	S 25	G 12	G 20	G 25	A 12	A 20	A 25
40			100			100			100			100
25		100	80-95		100	80-95		100	75-95		100	65-90
20	100	80-95	75-90	100	80-95	75-88	100	75-95	65-85	100	65-90	55-80
12,5	80-95	65-80	62-77	80-95	65-80	60-75	75-95	55-75	47-67	65-90	45-70	30-55
10	72-87	60-75	57-72	71-86	60-75	55-70	62-82	47-67	40-60	50-75	35-60	23-48
5	50-65	47-62	45-60	47-62	43-58	40-55	30-48	28-46	26-44	20-40	15-35	10-30
2,5		35-50			30-45			20-35			5-20	
0,63		18-30			15-25			8-20				
0,32		13-23			10-18			5-14				
0,16		7-15			6-13			3-9				
0,080		4-8			3-7			2-5			2-4	
% ligante bituminoso en peso respecto al árido (*)		4,0-6,0			3,5-5,5			3,0-5,0			2,5-4,5	

(\*) El contenido óptimo de ligante bituminoso se determinará mediante ensayos de laboratorio.

**TABLA 542.2**

ESPESOR EN CM DE LA CAPA COMPACTADA	TIPOS DE MEZCLAS A EMPLEAR
Menor o igual que 4	D, S, G, A 12
Entre 4 y 6	D, S, G, A 20
Mayor que 6	D, S, G, A 25

## 542.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

### 542.4.1 Instalación de fabricación

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán por medio de instalaciones de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de áridos que exija la fórmula de trabajo adoptada. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará la producción horaria mínima en función de las características de la obra.

Los silos de áridos en frío deberán estar provistos de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier ajuste. El número mínimo de silos será función del número de fracciones de árido a emplear.

La instalación estará dotada de un secador que permita el secado correcto de los áridos y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla.

La instalación estará dotada asimismo de un sistema de clasificación de los áridos en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3), salvo autorización del Director, y de silos de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes, estancas y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones. Dichos silos en caliente estarán dotados de un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en los contiguos o afecte al funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel del silo baje del que proporcione el caudal calibrado, y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas. El sistema de cierre será rápido y estanco.

La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los áridos, situados en los silos de árido caliente y a la salida del secador.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante deberá poder permitir su calentamiento a la temperatura de empleo y la recirculación de éste. En la calefacción del ligante se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera a temperatura muy superior a la de empleo. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc, deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos, para evitar pérdidas de temperatura. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de una toma para el muestreo y comprobación del calibrado del dispositivo de dosificación.

En el caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos.

La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del filler de recuperación y de adición, los cuales deberán estar protegidos de la humedad.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso, cuya exactitud sea superior al medio por ciento ( $\pm 0,5\%$ ). Los dispositivos de dosificación del filler y ligante tendrán, como mínimo, una sensibilidad de medio kilogramo (0,5 kg). El ligante deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

En las instalaciones de tipo continuo, los silos de áridos clasificados calientes deberán estar provistos de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier ajuste. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de un tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El dosificador del ligante deberá estar sincronizado con los de alimentación de áridos y filler, y deberá disponer de dispositivos para su calibrado a la temperatura y/o presión de trabajo, así como para la toma de muestras.

El mezclador en las instalaciones de tipo continuo será de ejes gemelos.

Podrán utilizarse otros tipos de instalaciones de diferente concepción siempre que sean aprobados por el Director, previos los ensayos que demuestren la bondad de la mezcla con ellos fabricada.

#### **542.4.2 Elementos de transporte**

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia, y que deberá tratarse con un producto para evitar que la mezcla se adhiera a ella, cuya composición y dotación deberán haber sido aprobadas por el Director.

La forma de la caja será tal que durante el vertido en la extendedora no toque a la misma.

Los camiones deberán estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla caliente durante su transporte.

#### **542.4.3 Extendedoras**

Las extendedoras serán autopropulsadas, dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla con la configuración deseada y un mínimo de precompactación.

El ancho de extendido mínimo y máximo se fijará en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La capacidad de la tolva será la adecuada para el tamaño de la máquina, así como la potencia de tracción.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste.

Si a la extendedora pueden acoplarse piezas para aumentar su ancho, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las correspondientes de la máquina.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, podrá exigir que la extendedora esté equipada de dispositivo automático de nivelación.

#### **542.4.4 Equipo de compactación**

Deberán utilizarse compactadores autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibrantes, triciclos o tándem, de neumáticos o mixtos. El equipo de compactación será aprobado por el Director, a la vista de los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

Todos los tipos de compactadores estarán dotados de dispositivos para la limpieza de las llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario, así como de inversores de marcha suaves.

Los compactadores de llanta metálica no deberán presentar surcos ni irregularidades en las mismas. Los compactadores vibrantes dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras, y, en caso necesario, faldones de lona protectores contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales, estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos tipos de compactadores, serán las necesarias para conseguir la compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del árido ni arrollamientos de la mezcla a las temperaturas de compactación.

## **542.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **542.5.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados, por los cedazos y tamices: 40; 25; 20; 12,5; 10; 5; 2,5; 0,63; 0,32; 0,16; y 0,080 UNE.
- El tanto por ciento (%), en peso del total de la mezcla de áridos, de ligante bituminoso a emplear.

También deberán señalarse:

- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciarse la compactación.

También deberán señalarse, para el caso en que la fabricación de la mezcla se realice en instalaciones de tipo discontinuo, los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante; y para el caso en que la fabricación de la mezcla se realice en instalaciones de tipo continuo, el tiempo teórico de mezcla.

El contenido de ligante en las mezclas abiertas, tipo A, deberá fijarse a la vista de los materiales a emplear, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos, en la superficie específica del árido, o por medio del ensayo del equivalente centrífugo de keroseno, según la Norma NLT-169/72.

El contenido de ligante de las mezclas densas, semidensas y gruesas, tipos D, S y G, se dosificará, salvo justificación en contrario, siguiendo el método Marshall de acuerdo con los criterios indicados en la Tabla 542.3 y la Norma NLT-159/75.

TABLA 542.3

**CRITERIOS DE PROYECTO DE MEZCLAS POR EL METODO MARSHALL  
(NLT-159/75)**

CARACTERISTICAS	UNIDAD	T R A F I C O					
		PESADO		MEDIO		LIGERO	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Número de golpes en cada cara		75		75		50	
Estabilidad	kgf	1.000 *		750		500	
Deformación	mm	2	3,5	2	3,5	2	4
Huecos en mezcla	%						
Capas de rodadura		3 **	5	3	5	3	5
Capa intermedia		3 **	6	3	8	3	8
Capa de base		3	8	3	8	3	8
Huecos en áridos	%						
Mezclas D. S. G. 12		15		15		15	
Mezclas D. S. G. 20		14		14		14	
Mezclas D. S. G. 25		13		13		13	

(\*) En el caso de capas de base este valor será 750 kgf.

(\*\*) Valor mínimo deseable, 4 %.

Las tolerancias admisibles, respecto de la fórmula de trabajo, serán las siguientes:

**Aridos y filler**

Tamices superiores al 2,5 UNE .....	± 4 % del peso total de áridos
Tamices comprendidos entre 2,5 UNE y 0,16 UNE, ambos inclusive .....	± 3 % del peso total de áridos
Tamiz 0,080 UNE .....	± 1 % del peso total de áridos

**Ligante**

Ligante .....	± 0,3 % del peso total de áridos
---------------	----------------------------------

Cuando el resultado de un ensayo de control sobrepase las tolerancias, se intensificará el control para constatar el resultado o rectificarlo. En el primer caso, si existe una desviación sistemática, se procederá a reajustar la dosificación de los materiales para encajar la producción dentro de la fórmula de trabajo.

Debe prestarse especial atención al plan general de control de calidad y al de toma de muestras para evitar errores sistemáticos que falsearían los resultados de control.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la mezcla bituminosa, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

#### **542.5.2 Fabricación de la mezcla**

Los áridos se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, si se observan las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, fijará el volumen mínimo de acopios exigibles, de acuerdo con las características de la obra y el volumen de mezclas a fabricar.

La carga de los silos en frío se realizará de forma que éstos estén siempre llenos entre el cincuenta por ciento (50 %) y el cien por ciento (100 %) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de las salidas de los silos se regularán de forma que la mezcla de todos los áridos se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla de áridos en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de los silos en caliente a la altura de calibrado.

Los áridos se calentarán antes de su mezcla con el ligante bituminoso. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler, y está prevista su utilización en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador deberá regularse de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del filler recuperado sean uniformes. La dosificación del filler de recuperación y/o el de aportación se hará de forma independiente de los áridos y entre sí.

Deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporciona a los silos en caliente áridos homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas oportunas para corregir la heterogeneidad. Los silos en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibrado, sin rebosar.

Los áridos preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el filler seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador, al mismo tiempo, la cantidad de ligante requerida, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla al camión.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los áridos y el filler, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada amasijo, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el árido caliente a una temperatura superior en quince grados centígrados (15° C) a la temperatura del ligante.

En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de los áridos, del filler y del ligante no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical.

La capacidad del mezclador, la buena envuelta y temperatura adecuada de la mezcla, condicionarán la alimentación en frío y el funcionamiento del secador.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente. También se rechazarán aquellas en que la envuelta no sea perfecta.

En el caso de que se utilicen procedimientos de fabricación especiales, el Director deberá aprobar previamente las normas y especificaciones correspondientes.

### **542.5.3 Transporte de la mezcla**

La mezcla se transportará al lugar de empleo en camiones, de modo que, en el momento de descargar aquélla en la extendedora, su temperatura no sea inferior a la especificada en el estudio de la mezcla. En condiciones meteorológicas adversas, o cuando exista riesgo de un enfriamiento excesivo de la mezcla, ésta deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados.

### **542.5.4 Preparación de la superficie existente**

La mezcla no se extenderá hasta que no se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán de acuerdo con lo previsto en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

Si la extensión de la mezcla requiere la previa ejecución de riegos de imprimación o de adherencia, éstos se realizarán de acuerdo con los capítulos correspondientes del presente Pliego.

Se comprobará que ha transcurrido el plazo de curado de estos riegos, no debiendo quedar vestigios de fluidificante o agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde la aplicación de los riegos, se comprobará que la capacidad de unión de éstos con la mezcla no haya disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director podrá ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

#### **542.5.5 Extensión de la mezcla**

La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida quede lisa y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la sección transversal, rasante y perfiles indicados en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo. A menos que se ordene otra cosa, la colocación comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas a pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones con pendiente en un solo sentido. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de la operación de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades de tráfico, las características de la extendedora y la producción de la planta.

Cuando sea posible, se realizará la extensión en todo el ancho a pavimentar, trabajando si es necesario con dos o más extendedoras ligeramente desfasadas. En caso contrario, después de haber extendido y compactado la primera franja, se extenderá la segunda y siguientes y se ampliará la zona de compactación para que incluya quince centímetros (15 cm) de la primera franja. Las franjas sucesivas se colocarán mientras el borde de la franja contigua se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado fácilmente. De no ser así, se ejecutará una junta longitudinal.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, vigilando que la extendedora deje la superficie a las cotas previstas con objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baja de la prescrita.

Tras la extendedora deberá disponerse un número suficiente de obreros especializados, añadiendo mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en este Artículo.

Donde no resulte factible, a juicio del Director, el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los Planos con las tolerancias establecidas.

#### **542.5.6 Compactación de la mezcla**

La compactación deberá comenzar a la temperatura más alta posible tan pronto como se observe que la mezcla puede soportar la carga a que se somete sin que se produzcan desplazamientos indebidos.

Una vez compactadas las juntas transversales, las juntas longitudinales y el borde exterior, la compactación se realizará de acuerdo con un plan propuesto por el Contratista y aprobado por el Director de acuerdo con los resultados obtenidos en los tramos de prueba realizados previamente al comienzo de la operación. Los rodillos llevarán su rueda motriz del lado cercano a la extendedora; sus cambios de dirección se harán sobre mezcla ya apisonada, y sus cambios de sentido se efectuarán con suavidad.

La compactación se continuará mientras la mezcla se mantenga caliente y en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada. Esta compactación irá seguida de un apisonado final, que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes. En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, la compactación se efectuará mediante máquinas de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar.

La compactación deberá realizarse de manera continua durante la jornada de trabajo, y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos.

La densidad a obtener vendrá fijada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y, en todo caso, deberá ser por lo menos el noventa y siete por ciento (97 %) de la obtenida aplicando a la fórmula de trabajo la compactación prevista en el método Marshall, según la Norma NLT-159/75, o, en su defecto, la que indique el Director, debidamente justificada basándose en los resultados conseguidos en los tramos de prueba.

#### **542.5.7 Juntas transversales y longitudinales**

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse especialmente, a fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se aplicará una capa uniforme y ligera de ligante de adherencia antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente.

Excepto en el caso que se utilicen juntas especiales, el borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente, con objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, calientes, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación. Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos, o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa y vertical en todo el espesor de la capa. Donde se considere necesario, se añadirá mezcla, que, después de colocada y compactada con pisones calientes, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas transversales de capas superpuestas queden a un mínimo de cinco metros (5 m) una de otra, y que las longitudinales queden a un mínimo de quince centímetros (15 cm) una de otra.

#### **542.6 TRAMOS DE PRUEBA**

Al iniciarse los trabajos, el Contratista de las obras construirá una o varias secciones de ensayo, del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ellas se probará el equipo y el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la mezcla y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría, contenido de ligante y demás requisitos. En el caso de que los ensayos indicasen que la mezcla no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones en la instalación de fabricación y sistemas de extensión y compactación o, si ello es necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiendo la ejecución de las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

#### **542.7 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

En el caso de carreteras de nueva construcción, dispuestos clavos de referencia, nivelados hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichos clavos.

La superficie acabada no diferirá de la teórica en más de diez milímetros (10 mm) en las capas de rodadura, o quince milímetros (15 mm) en el resto de las capas

La superficie acabada no presentará irregularidades de más de cinco milímetros (5 mm) en las capas de rodadura, u ocho milímetros (8 mm) en el resto de las capas, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la zona pavimentada.

Las zonas en las que las irregularidades excedan de las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, o en las que el espesor no alcance al noventa por ciento (90 %) del previsto en los Planos, deberán corregirse, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director.

En el caso de refuerzo de firmes, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, fijará las tolerancias sobre las anteriores prescripciones, teniendo en cuenta el estado de la carretera antigua y el objeto e importancia del trabajo ejecutado.

En todo caso, la superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y con la pendiente adecuada.

#### **542.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

La fabricación y extensión de mezclas bituminosas en caliente se efectuará cuando las condiciones climatológicas sean adecuadas. Salvo autorización expresa del Director, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea inferior a cinco grados centígrados (5° C), con tendencia a disminuir, o se produzcan precipitaciones atmosféricas. Con viento intenso, el Director podrá aumentar el valor mínimo antes citado de la temperatura ambiente, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.

En caso necesario, se podrá trabajar en condiciones climatológicas desfavorables, siempre que lo autorice el Director, y se cumplan las precauciones que ordene en cuanto a temperatura de la mezcla, protección durante el transporte y aumento del equipo de compactación para realizar un apisonado inmediato y rápido.

Terminada la compactación y alcanzada la densidad adecuada, podrá darse al tráfico la zona ejecutada, tan pronto como haya alcanzado la capa la temperatura ambiente.

#### **542.9 MEDICION Y ABONO**

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no se haya realizado bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente preparados, medidos en el terreno.

El ligante bituminoso empleado en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, deduciendo la dotación mediante ensayos de extracción realizados diariamente, o por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t) realmente fabricadas y puestas en obra, deducidas de las secciones tipo señaladas en los Planos, y de las densidades medias de las probetas extraídas en obra.

El abono de los áridos, filler de recuperación y eventuales adiciones, empleadas en la fabricación de las mezclas bituminosas en caliente, se considerará incluido en el de la fabricación y puesta en obra de las mismas, a no ser que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se especifique otra cosa.

El filler de aportación se abonará por toneladas (t) realmente empleadas.

## 550 PAVIMENTOS DE HORMIGON

### 550.1 DEFINICION

Se define como pavimento de hormigón, el constituido por losas de hormigón en masa o armado, o por una capa continua de hormigón armado.

Su ejecución puede incluir las operaciones siguientes:

- Estudio del hormigón y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie de apoyo del hormigón.
- Fabricación del hormigón.
- Transporte del hormigón.
- Colocación de encofrados y/o elementos de rodadura o guiado de las máquinas.
- Colocación de los elementos de las juntas.
- Puesta en obra del hormigón.
- Colocación de armaduras.
- Ejecución de las juntas en fresco.
- Realización de la textura superficial.
- Acabado.
- Protección del hormigón fresco y curado.
- Ejecución de juntas serradas.
- Desencofrado.
- Sellado de las juntas.

Esta unidad de obra, por las singulares características de materiales y ejecución, no entra plenamente en el campo de aplicación de la Instrucción EH-73, por lo que se ha estimado justificada la redacción de este Artículo sin referencias a dicha Instrucción.

### 550.2 MATERIALES

#### 550.2.1 Hormigón

##### 550.2.1.1 Cemento

El cemento cumplirá las condiciones que se exigen en el Artículo 202, «Cementos», de este Pliego, con las siguientes prescripciones adicionales:

El cemento pertenecerá a alguna de las clases siguientes:

— Cemento portland	P-350
— Cemento portland con adiciones activas	PA-350
— Cemento siderúrgico	S-I-350
— Cemento siderúrgico	S-II-350
— Cemento puzolánico	PUZ-I-350
— Cemento puzolánico	PUZ-II-350

El contenido en aluminato tricálcico del clinker, calculado de acuerdo con el método indicado en el apartado 8.22 del vigente «Pliego de Condiciones Generales para la Recepción de Cementos», no será superior al diez por ciento (10 %).

El principio de fraguado, determinado con arreglo a la Norma UNE 7203, no tendrá lugar antes de las dos (2) horas. No obstante, si el hormigonado va a realizarse en tiempo caluroso, con temperaturas del aire superiores a treinta grados centígrados (30° C), deberán realizarse también, con arreglo a dicha Norma UNE 7203, ensayos de principio de fraguado a una temperatura de treinta más o menos dos grados centígrados (30 ± 2° C). En estos ensayos el principio de fraguado no tendrá lugar antes de una (1) hora.

#### 550.2.1.2 Agua

El agua cumplirá las condiciones exigidas en el Artículo 280, «Agua a emplear en morteros y hormigones».

#### 550.2.1.3 Arido fino

##### Condiciones generales

El árido fino cumplirá las condiciones que se exigen en el apartado «Arido fino» del Artículo 610, «Hormigones», con las prescripciones adicionales contenidas en el presente apartado.

Salvo indicación expresa del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el árido fino que se emplee en hormigones de capa superior o para todo el pavimento, cuando éste se construya en una capa única, será de arena natural silíceas.

El porcentaje de partículas silíceas del árido fino del hormigón de la capa superior, o de todo el pavimento, si se construye en una capa única, no será inferior a un treinta por ciento (30 %), determinado según la Norma ASTM D3042.

##### Granulometría

La curva granulométrica del árido fino estará comprendida dentro de los límites que se señalan a continuación:

Tamiz UNE	Cernido ponderal acumulado %
5	90 - 100
2,5	65 - 90
1,25	45 - 75
0,63	27 - 55
0,32	10 - 30
0,16	2 - 10
0,080	0 - 5

Adoptada una curva granulométrica tipo dentro del huso indicado, se admitirá respecto a ella una variación máxima del módulo de finura del cinco por ciento (5 %) en los análisis granulométricos realizados según la Norma UNE 7139. El módulo de finura se define en este caso por la suma de las proporciones en peso, expresadas en tanto por uno del material retenido por cada uno de los siete tamices indicados.

#### 550.2.1.4 Árido grueso

##### Condiciones generales

El árido grueso cumplirá las condiciones que se exigen en el apartado «Árido grueso» del Artículo 610, «Hormigones», con las prescripciones adicionales contenidas en el presente apartado.

##### Granulometría

El tamaño máximo del árido no será superior a cincuenta milímetros (50 mm), ni a la mitad del espesor de la capa en que vaya a emplearse. Será suministrado, como mínimo, en dos tamaños.

##### Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

No se emplearán escorias de horno alto como árido grueso.

#### 550.2.1.5 Productos de adición

Cumplirán las condiciones que se exigen en los Artículos correspondientes de este Pliego.

Podrá autorizarse el empleo de todo tipo de productos de adición, siempre que se justifique, mediante los oportunos ensayos, que la sustancia agregada en las proporciones previstas produce el efecto deseado, sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar un peligro para las armaduras.

#### 550.2.2 Pasadores y barras de unión

Los pasadores estarán constituidos por barras lisas de acero, que cumplirán las exigencias del Artículo 240, «Barras lisas para hormigón armado», de este Pliego.

Los pasadores se tratarán en los dos tercios de su longitud con una película fina de un producto adecuado para evitar su adherencia al hormigón y no coartar su deslizamiento dentro de la losa. A estos efectos, su superficie será lisa y no presentará irregularidades. Cuando correspondan a juntas de dilatación, el extremo correspondiente a la parte tratada se protegerá con una caperuza de longitud comprendida entre cincuenta (50) y cien (100) milímetros y con un espacio relleno de material compresible de ancho igual o superior al del material, de relleno de la junta.

Las barras de unión serán corrugadas, y cumplirán las exigencias del Artículo 241, «Barras corrugadas para hormigón armado», de este Pliego.

### **550.2.3 Mallas electrosoldadas**

Cuando el pavimento sea de hormigón armado con juntas, las losas se armarán con mallas electrosoldadas, que cumplirán las exigencias del Artículo 242, «Mallas electrosoldadas», de este Pliego. El peso total de acero por metro cuadrado de losa no será inferior a dos kilogramos ( $2 \text{ kg/cm}^2$ ), de los cuales corresponderá, como mínimo, un ochenta por ciento (80 %) a las barras longitudinales. La separación mínima en la retícula longitudinal de la malla será de diez centímetros (10 cm).

### **550.2.4 Barras corrugadas para pavimentos continuos de hormigón armado**

Los pavimentos continuos de hormigón armado se armarán con barras corrugadas de acero con límite elástico no inferior a cincuenta kilopondios por milímetro cuadrado ( $50 \text{ kp/mm}^2$ ), que cumplirán las exigencias del Artículo 241, «Barras corrugadas para hormigón armado», de este Pliego.

El diámetro mínimo utilizado será de catorce milímetros (14 mm) en las barras longitudinales, y de diez milímetros (10 mm) en las transversales.

Las barras longitudinales y transversales podrán suministrarse bien como mallas electrosoldadas en fábrica o bien como barras sueltas que se unirán mediante atado en obra. Se prohibirá el empleo de mallas formadas mediante soldadura en obra.

### **550.2.5 Hojas y membranas para separación de base y/o para curado del pavimento**

En los casos en que se disponga el empleo de hojas de papel fuerte o plástico para separación entre la base y el pavimento, deberán cumplir las exigencias de la Norma AASHO M 74.

Si se elige el método de curado por cobertura con membrana, ésta deberá cumplir con las exigencias de la Norma ASTM C 171.

### **550.2.6 Materiales para juntas**

#### **550.2.6.1 Materiales de relleno en juntas de dilatación**

El material de relleno deberá tener la suficiente compresibilidad para permitir la dilatación de las losas, sin fluir hacia el exterior, así como capacidad para recuperar la mayor parte de su volumen inicial al descomprimirse. No absorberá el agua del hormigón fresco y será lo suficientemente impermeable para impedir la penetración del agua exterior. Su espesor estará comprendido entre quince (15) y dieciocho (18) milímetros.

El material utilizado cumplirá las especificaciones de la Norma UNE 41107.

#### **550.2.6.2 Materiales para la formación de juntas en fresco**

Para la formación de juntas realizadas en fresco podrán utilizarse materiales rígidos que no absorberán agua, o tiras continuas de plástico con un espesor mínimo de treinta y cinco centésimas de milímetro (0,35 mm) y un ancho comprendido entre cincuenta (50) y cincuenta y cinco (55) milímetros.

Estos materiales deberán ser aprobados por el Director de las obras.

### 550.2.6.3 Materiales para el sellado

En los casos en que se disponga un material de sellado para el cierre superior de las juntas, éste deberá ser suficientemente resistente a los agentes exteriores y capaz de asegurar la estanquidad de las juntas, para lo cual no deberá despegarse de los bordes de las losas.

El material utilizado será el definido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares dentro de los siguientes tipos:

- Materiales de tipo elástico, para el vertido en caliente, que cumplirán las especificaciones de la Norma UNE 41104.
- Compuestos bituminosos plásticos de aplicación en frío, que cumplirán las especificaciones de la Norma UNE 41108.
- Perfiles extruidos de policloropreno, que cumplirán las especificaciones de la Norma ASTM D 2628.

En caso de utilizarse otro tipo de material no comprendido en los anteriores, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las características a exigir y los ensayos para su comprobación.

### 550.3 TIPOS DE HORMIGONES PARA PAVIMENTOS

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá las condiciones de resistencia y consistencia a exigir al hormigón destinado a la construcción de pavimentos, así como la frecuencia de los ensayos de control. Se especificará la resistencia característica a flexotracción  $f_{ekf}$  a veintiocho (28) días en probetas prismáticas de sección cuadrada, de quince centímetros (15 cm) de lado y sesenta centímetros (60 cm) de longitud, fabricadas y conservadas en obra según la Norma UNE 7240. Los ensayos de rotura se realizarán según la Norma UNE 7395.

En todo caso, el hormigón de cualquiera de las capas pertenecerá a uno de los tipos que, de acuerdo con las resistencias características especificadas a veintiocho (28) días, se establecen en la Tabla 550.1, debiendo utilizarse en autopistas y carreteras de tráfico pesado únicamente hormigones de los dos primeros tipos.

TABLA 550.1

Tipos de hormigón para pavimentos	Resistencia característica a flexotracción $f_{ekf}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
HP - 45	45
HP - 40	40
HP - 35	35

En los ensayos característicos en obra, definidos en 550.5.2, las resistencias medias a flexotracción a los siete (7) días serán iguales o superiores a un ochenta por ciento (80 %) de los valores anteriormente indicados.

#### **550.4 DOSIFICACION DEL HORMIGON**

Para establecer la dosificación del hormigón a emplear, el Contratista deberá recurrir a ensayos previos a la ejecución, con objeto de conseguir que el hormigón resultante satisfaga en obra las condiciones que se le exigen en el presente Artículo, así como las contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La cantidad total de partículas pasando por el tamiz 0,16 UNE en el hormigón no será mayor de cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m<sup>3</sup>), considerando en dicho cómputo el cemento y las adiciones.

La cantidad de cemento por metro cúbico de hormigón no será inferior a trescientos kilogramos (300 kg/m<sup>3</sup>). La relación agua/cemento no será superior a cincuenta y cinco centésimas (0,55). El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director, especificará el tipo de ensayo a realizar para la determinación de la consistencia del hormigón, así como los límites admisibles en los resultados. En el caso de medirse la consistencia de acuerdo con la Norma UNE 7103, el asiento estará comprendido entre dos (2) y seis (6) centímetros.

Cuando se haya previsto, o se autorice por el Director, la utilización de un aireante, el contenido de aire ocluido en el hormigón fresco vertido en obra, determinado de acuerdo con la Norma UNE 7141, no será superior al seis por ciento (6 %) en volumen. En zonas sometidas a nevadas o heladas de cierta importancia será obligatoria la utilización de un aireante con objeto de proporcionar al hormigón una mayor resistencia a dichas heladas o a los ataques por sales, en cuyo caso dicho contenido no será inferior al cuatro por ciento (4 %) en volumen.

#### **550.5 ENSAYOS PREVIOS A LA EJECUCION**

##### **550.5.1 Ensayos previos en laboratorio**

Se realizarán antes de comenzar el hormigonado. Su objeto es establecer la dosificación que habrá de emplearse, teniendo en cuenta los materiales disponibles y las condiciones de ejecución previstas.

Para cada dosificación ensayada deberá controlarse la resistencia a flexotracción a siete (7) y veintiocho (28) días, la consistencia y, en su caso, el contenido de aire ocluido.

Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de cuatro (4) amasadas diferentes de hormigón, confeccionando series de cuatro (4) probetas por amasada, de acuerdo con la Norma UNE 7240, que se conservarán en las condiciones previstas en ella.

De cada serie, se ensayarán a flexotracción dos (2) probetas a los siete (7) días y las dos (2) restantes a los veintiocho (28) días, de acuerdo con la Norma UNE 7395, obteniéndose los valores medios de los dos grupos de resultados.

Los dos valores medios así deducidos deberán superar a las resistencias especificadas con margen suficiente para que sea razonable esperar que, con la dispersión que introduce la ejecución en obra, la resistencia característica real de la obra sobrepase también a la especificada.

Cada vez que se confeccione una serie de probetas deberán controlarse la consistencia del hormigón y, en su caso, el contenido de aire ocluido.

## **550.5.2 Ensayos característicos en obra**

Estos ensayos serán preceptivos en todos los casos, y tienen por objeto comprobar que los medios disponibles en obra permiten obtener un hormigón con las características exigidas.

Por cada dosificación de posible aplicación en obra, determinada a partir de los ensayos previos en laboratorio, se llevarán a cabo ensayos de resistencia sobre probetas procedentes de seis (6) amasadas diferentes, confeccionando dos (2) probetas por amasada, de acuerdo con la Norma UNE 7240 y conservándolas en las condiciones previstas en la norma. Dichas probetas se ensayarán a los siete (7) días a flexotracción, de acuerdo con la Norma UNE 7395, y se obtendrá el valor medio de los resultados de las roturas.

Cada vez que se confeccione una serie de probetas deberán controlarse la consistencia del hormigón y, en su caso, el contenido del aire ocluido, con los mismos métodos utilizados en los ensayos previos.

Si el valor medio de la resistencia obtenida a los siete (7) días es igual o superior al ochenta por ciento (80 %) de las resistencias especificadas  $f_{okf}$  a veintiocho (28) días, y no se ha obtenido en ninguna de las determinaciones del contenido de aire ocluido y de la consistencia resultados fuera de los límites establecidos, se podrá proceder a la realización de un tramo de ensayo con hormigón de dicha dosificación.

En caso contrario se introducirán los ajustes necesarios en la dosificación y se repetirá la serie de ensayos característicos hasta conseguir un hormigón que cumpla con las exigencias de este apartado.

## **550.6 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **550.6.1 Equipo necesario para la ejecución de las obras entre encofrados fijos**

Si se utiliza el método de construcción con encofrados fijos, el equipo que se emplee para la ejecución de las obras estará integrado como mínimo por las siguientes máquinas:

- Una extendedora, que dejará el hormigón fresco repartido uniformemente.
- Una terminadora transversal, con elementos de engrase, compactación por vibración y fratasado transversal. En pavimentos construidos en dos capas podrá admitirse la vibración simultánea de todo el espesor de la losa si la terminadora transversal tiene la potencia suficiente y la primera capa está bien enrasada.

La compactación se realizará por vibración en todo el ancho de pavimentación por medio de vibradores de superficie, vibradores internos adyacentes a cada borde longitudinal, o por cualquier otro método de vibración que produzca resultados equivalentes sin segregación. La frecuencia de vibración no será inferior a tres mil quinientos (3.500) ciclos por minuto en los vibradores de superficie, ni de cinco mil (5.000) ciclos por minuto en los vibradores internos. La amplitud de la vibración será la suficiente para ser visible en la superficie del hormigón a lo largo de toda la longitud vibrante y a una distancia de treinta centímetros (30 cm). El fratasado se realizará con maestras oscilantes, de forma que la superficie del pavimento quede al nivel correcto y sin zonas porosas.

- Una terminadora longitudinal o diagonal que realice con gran precisión el fratasado en el sentido longitudinal.

- Un equipo para ejecución de juntas en fresco, con cuchillos vibrantes de características adecuadas, o bien con dispositivos para inserción de tiras continuas de plástico, si se emplea alguno de estos métodos para formar las juntas.
- Sierras de las características adecuadas, en número suficiente para el ritmo de la obra, si las juntas se hacen en el hormigón endurecido, debiendo haber siempre una sierra de reserva. El tipo de disco deberá ser aprobado por el Director. El número de sierras necesarias se determinará previamente mediante ensayos de velocidad de corte del hormigón que vaya a emplearse.
- Un distribuidor de productos filmógenos de curado, si se utiliza este método, que asegure un reparto homogéneo y sin pérdidas por la acción del viento.

La instalación de hormigonado y el equipo de transporte deberán ser capaces de suministrar el hormigón adecuado al ritmo de obra, teniendo en cuenta que el tren de hormigonado y, en particular, la terminadora longitudinal o diagonal, no deben detenerse en su trabajo.

El Contratista podrá proponer el empleo de cualquier máquina que sustituya operaciones manuales por procedimientos mecánicos.

#### **550.6.2 Equipo necesario para la ejecución de las obras con pavimentadoras de encofrados deslizantes**

Si la ejecución se realiza con pavimentadoras de encofrados deslizantes, el equipo estará integrado como mínimo por las siguientes máquinas:

- Una pavimentadora de encofrados deslizantes para cada capa de construcción, que extenderá, compactará y enrasará uniformemente el hormigón. La pavimentadora empleada en la capa superior deberá realizar además un fratasado del hormigón, de forma que se obtenga mecánicamente un pavimento denso y homogéneo, salvo algunas operaciones de carácter manual.

Las pavimentadoras estarán equipadas de un sistema de guiado por hilo, debiendo actuar los mecanismos correctores en cuanto las desviaciones de la pavimentadora respecto al hilo excedan como máximo de tres milímetros (3 mm) en alzado o diez milímetros (10 mm) en planta.

Las pavimentadoras estarán dotadas de encofrados móviles de dimensiones, forma y resistencia suficientes para sostener el hormigón lateralmente durante el tiempo necesario para la ejecución del pavimento con la sección transversal requerida.

Las pavimentadoras compactarán adecuadamente el hormigón por vibración interna en todo el ancho del pavimento, mediante vibradores transversales o mediante una serie de unidades de vibrado longitudinal; en este caso, la separación entre unidades de vibrado estará comprendida entre cincuenta (50) y setenta y cinco (75) centímetros, medidos de centro a centro. La separación entre el centro de la unidad de vibrado extrema y la cara interna del encofrado correspondiente no excederá de quince centímetros (15 cm).

La frecuencia de vibración de cada unidad vibrante no será inferior a cinco mil (5.000) ciclos por minuto y la amplitud de la vibración será la suficiente para ser perceptible en la superficie del hormigón a lo largo de toda la longitud vibrante y a una distancia de treinta centímetros (30 cm).

La longitud de la placa conformadora de la pavimentadora de encofrados deslizantes será la suficiente para que no se aprecien vibraciones en la superficie del hormigón tras el borde posterior de la placa.

Si la junta longitudinal se ejecuta en fresco, la pavimentadora de encofrados deslizantes deberá ir provista de los mecanismos necesarios para dicha operación.

- Un equipo para ejecución de juntas en fresco, si se emplea esta modalidad de juntas; para la junta longitudinal podrá estar incorporado a la pavimentadora.
- Si las juntas se hacen en el hormigón endurecido, se deberá disponer de sierras de las características adecuadas, en número suficiente para el ritmo de la obra, debiendo haber siempre una sierra de reserva. El tipo de disco deberá ser aprobado por el Director. El número de sierras necesarias se determinará previamente mediante ensayos de velocidad de corte del hormigón que vaya a emplearse.
- Un distribuidor de productos filmógenos de curado, si se utiliza este método, que asegure un reparto homogéneo y sin pérdidas por la acción del viento.

La instalación de hormigonado y el equipo de transporte deberán ser capaces de suministrar el hormigón adecuado al ritmo de obra, teniendo en cuenta que la pavimentadora no debe detenerse en su trabajo durante toda la jornada.

El Contratista podrá proponer el empleo de cualquier máquina que sustituya operaciones manuales por procedimientos mecánicos.

#### **550.7 TRAMOS DE ENSAYO**

Adoptada una dosificación por medio de los ensayos característicos en obra, definidos en el apartado 550.5.2, se procederá a la realización de un tramo de ensayo con el mismo equipo, ritmo de hormigonado y métodos de construcción que se vayan a utilizar en el resto de la obra.

Dicho tramo de ensayo estará situado fuera de la calzada a pavimentar; tendrá la longitud definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que será como mínimo de cincuenta metros (50 m).

En el curso de la prueba se comprobará que los medios de vibración son capaces de compactar adecuadamente el hormigón en todo el espesor del pavimento; que se cumplen las limitaciones de regularidad y rugosidad superficial establecidas; que el proceso de curado y protección del hormigón fresco es adecuado; y que las juntas se realizan correctamente.

Si los resultados no son satisfactorios, se procederá a la realización de sucesivos tramos de ensayo, introduciendo las oportunas variaciones en los equipos o métodos de puesta en obra, hasta obtener un pavimento con las cualidades exigidas. Si mediante los ensayos característicos se ha comprobado la idoneidad de varias dosificaciones podrá sustituirse la utilizada en el primer tramo de ensayo por alguna de las restantes, con la aprobación del Director.

Una vez realizado un tramo de ensayo cumpliendo con las limitaciones prescritas, podrá procederse a la construcción del pavimento.

En dicho tramo de ensayo se extraerán testigos para la determinación de la resistencia del hormigón. El valor medio de los resultados de estos ensayos servirá de base para su comparación con los resultados de los ensayos de información. El proceso de curado del tramo de ensayo deberá prolongarse durante el período prescrito, y entre los veintiocho (28) y los cincuenta y cuatro (54) días de su puesta en obra se extraerán de él seis (6) testigos cilíndricos con arreglo a la Norma UNE 7241. Cada uno de dichos testigos distará del más próximo como mínimo siete metros (7 m) en sentido longitudinal, y estará separado más de cincuenta centímetros (50 cm) de cualquier junta o borde.

Los testigos así obtenidos se ensayarán a tracción indirecta a la edad de cincuenta y seis (56) días, de acuerdo con la Norma UNE 7396, después de haber sido conservados durante las cuarenta y ocho (48) horas anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la Norma UNE 7241.

## **550.8 EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **550.8.1 Preparación de la superficie de apoyo del hormigón**

El hormigón no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en este Pliego para la unidad de obra correspondiente.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán de acuerdo con lo prescrito en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

Cuando se emplee el método de construcción con encofrados fijos, se pasará un gálibo para comprobar que la altura libre de encofrado corresponde al espesor de la losa.

Antes de la puesta en obra del hormigón, y si es necesario a juicio del Director, se impermeabilizará la superficie de apoyo con un producto bituminoso adecuado, o se cubrirá con papel especial, láminas de material plástico u otro procedimiento aprobado por el Director. En caso de utilizarse papel o láminas de plástico, se colocarán con solapes no inferiores a quince centímetros (15 cm), plegándose además lateralmente contra el encofrado, cuando se utilice. El solape se hará teniendo en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

En cualquiera de los casos, se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo a personas o equipos que sean absolutamente precisos para la ejecución del pavimento. En este caso, se tomarán todas las precauciones necesarias y será precisa la autorización del Director.

### **550.8.2 Fabricación del hormigón**

#### **550.8.2.1 Acopio de áridos**

No se admitirá ningún método de acopio de los áridos o de transporte desde los acopios a las tolvas de la planta que pueda ser causa de segregación, degradación o mezcla de materiales de distintos tamaños.

Se tomarán las medidas necesarias para impedir la contaminación de los áridos por contacto con el suelo y para asegurar un drenaje adecuado de la superficie de apoyo.

Antes de iniciarse la pavimentación deberá estar acopiado al menos un cincuenta por ciento (50 %) de los áridos necesarios.

#### 550.8.2.2 Suministro y acopio de cemento

El cemento se suministrará y acopiará de acuerdo con las prescripciones contenidas en el apartado 5.2 de la vigente Instrucción EH-73.

La capacidad mínima de acopio de cemento de la planta corresponderá al consumo de una jornada de rendimiento normal.

#### 550.8.2.3 Acopio de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. En particular los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y sobre plancha aislante, observando las mismas precauciones que en el caso del acopio de cemento.

Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos y protegidos de las heladas.

#### 550.8.2.4 Básculas

Las básculas utilizadas para la dosificación de áridos y cemento se controlarán con la frecuencia necesaria para verificar su exactitud y, como mínimo, una vez cada quince (15) días.

Las básculas tendrán una precisión, cuando se comprueben con cargas estáticas, del medio por ciento, por exceso o por defecto ( $\pm 0,5 \%$ ), de la capacidad total de la báscula.

Deberá disponerse de un conjunto adecuado de pesas patrón para comprobar la precisión de las básculas.

El equipo de pesada estará aislado contra vibraciones o movimientos de otros equipos de la planta, de forma que, cuando la planta completa esté en funcionamiento, las lecturas marcadas por las agujas, después de paradas, no varíen del peso designado en más del uno por ciento (1 %) para el cemento, uno y medio por ciento (1,5 %) para cada tamaño de árido, o uno por ciento (1 %) para el total de los áridos, si éstos se pesan conjuntamente.

#### 550.8.2.5 Dosificación

La dosificación consistirá en combinar los áridos de los tamaños especificados, almacenados en tolvas separadas, con el cemento, el agua y eventuales aditivos en las proporciones prefijadas.

Los áridos y el cemento a granel para la fabricación del hormigón de pavimentos se dosificarán por peso, por medio de dispositivos automáticos de dosificación, cumpliendo los requisitos especificados en este apartado.

En la fórmula de trabajo, las dosificaciones de los áridos se establecerán en peso de materiales secos, teniéndose en cuenta su humedad, determinada según la Norma NLT-103/72, al ajustar los dispositivos de pesada. La humedad superficial del árido fino podrá controlarse también por medio de dispositivos automáticos.

En el momento de su dosificación, los áridos tendrán una humedad suficientemente baja para que no se produzca un escurrido visible de agua de los áridos durante el transporte desde la planta de dosificación al dispositivo de mezclado.

El grado de automatismo del equipo de dosificación deberá ser tal que la única operación manual que se efectúe para dosificar los áridos y el cemento de una amasada, una vez fijadas las proporciones de los componentes, sea la de accionamiento de interruptores o conmutadores.

El cuadro o las palancas de las básculas automáticas estarán dispuestas de tal forma que sus controles estén en un compartimento fácilmente accesible que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera. En caso de utilizarse una sola tolva de pesada para la dosificación del conjunto de los áridos, el sistema de pesada automático estará concebido de forma que se pueda fijar el tamaño y secuencia de las pesadas individuales, y variarlos cuando se desee.

El cemento a granel se pesará en una báscula independiente de la utilizada para la dosificación de los áridos. El mecanismo de carga del cemento a granel en su tolva de pesada estará enclavado contra cierre, antes de que dicha tolva esté cargada con el peso correcto. El mecanismo de descarga del cemento a granel desde su tolva de pesada estará enclavado contra apertura, mientras la carga del cemento en ella no haya finalizado y la cantidad de cemento en la tolva tenga un peso inferior o superior en un uno por ciento (1 %) a la cantidad especificada.

La dosificación de los áridos podrá efectuarse por pesada acumulativa con una sola tolva de pesada, o mediante pesadas individuales con una tolva de pesada independiente para cada tipo de árido. Si la dosificación es por pesada acumulada, los dispositivos de descarga de las distintas tolvas de almacenamiento y descarga de la tolva de pesada estarán enclavados entre sí, de forma que no pueda descargarse más de una tolva de almacenamiento al mismo tiempo; que el orden de descarga pueda ser establecido en la forma prevista; y que la tolva de pesada no se pueda descargar hasta que la cantidad requerida de cada uno de los distintos áridos haya sido depositada en ella, y estén cerrados todos los dispositivos de descarga de los áridos. El mecanismo de descarga de los áridos desde su tolva de pesada deberá estar enclavado contra apertura cuando la cantidad de árido en la tolva, después de cada pesada, tenga un peso que no difiera en más de un uno por ciento (1 %) de la respectiva cantidad acumulada especificada. Si se utilizan tolvas de pesada independiente para cada tipo de árido, todas podrán ser operadas y descargadas simultáneamente. El mecanismo de descarga de cada uno de los áridos desde su respectiva tolva de pesada deberá estar enclavado contra apertura cuando la cantidad de árido en la tolva tenga un peso que no difiera en más de un dos por ciento (2 %) de la cantidad especificada.

El enclavamiento no permitirá que una parte de la dosificación sea descargada, hasta que todas las tolvas de los áridos y el cemento estén cargadas con el peso correcto, dentro de los límites especificados anteriormente. Una vez comenzada la descarga, quedarán enclavados los dispositivos de dosificación de cemento a granel y de los áridos, de tal forma que no pueda comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de peso de las balanzas a cero, con una tolerancia de tres décimas por ciento ( $\pm 0,3$  %) de su capacidad total.

El mecanismo de descarga de la tolva de pesada de cemento estará diseñado de tal forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los áridos.

El agua añadida se medirá en peso o volumen con una tolerancia del uno por ciento ( $\pm 1$  %) respecto a la cantidad total de agua de amasado requerida.

Los aditivos en polvo se medirán en peso y los aditivos en forma de líquido o de pasta en peso o en volumen, con una precisión en cualquier caso del tres por ciento ( $\pm 3$  %) de la cantidad especificada.

#### 550.8.2.6 Amasado

El amasado se realizará en central amasadora. En el caso de carreteras secundarias o en obras de pequeño volumen, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá autorizar el amasado en camiones hormigonera; en cuyo caso serán de aplicación las prescripciones correspondientes del Artículo 610, «Hormigones».

Excepto para el hormigonado en tiempo frío, la temperatura del agua de amasado no será superior a cuarenta grados centígrados (40° C). En tiempo frío, el agua y los áridos no serán calentados por encima de sesenta y cinco grados centígrados (65° C).

Si se utiliza hielo para enfriar el hormigón, la descarga de la hormigonera no comenzará antes de que el hielo se haya fundido en su totalidad.

Para el amasado, los componentes se introducirán de tal forma en la hormigonera que aproximadamente la mitad del agua entre antes que el cemento y los áridos. Cuando se incorpore a la mezcla agua calentada, la cantidad de este líquido primeramente vertida en la cuba de la hormigonera no excederá de la cuarta parte de la dosis total. Toda el agua estará en la hormigonera al final del primer cuarto de tiempo de amasado especificado, contado a partir del final de la introducción del cemento y de los áridos.

Los aditivos en forma líquida o de pasta se añadirán al agua de amasado antes de su introducción en la hormigonera. Los aditivos en polvo deberán introducirse en la hormigonera junto con el cemento o los áridos, excepto cuando el aditivo contenga cloruro cálcico, en cuyo caso no podrá añadirse en contacto con el cemento.

Se operará con un mecanismo automático de tiempo de amasado. El temporizador y el mecanismo de descarga estarán combinados de tal forma que durante la operación normal no haya descarga de ninguna parte de la amasada, hasta que el tiempo específico de mezcla haya transcurrido.

El período de amasado será el necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin segregación. Su duración mínima se establecerá mediante las pruebas pertinentes y deberá ser aprobada por el Director.

Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera, se vaciará totalmente su contenido.

Cuando la hormigonera haya estado parada más de treinta (30) minutos, se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en ella. Asimismo se limpiará perfectamente la hormigonera antes de comenzar la fabricación de hormigón con un nuevo tipo de cemento.

#### 550.8.3 Transporte del hormigón

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible con camiones sin elementos de agitación, de forma que se impida toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en la masa. En carreteras de tráfico ligero o en obras de pequeño volumen el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá autorizar el empleo de camiones hormigonera o camiones provistos de agitadores, en cuyo caso serán de aplicación las prescripciones correspondientes del Artículo 610, «Hormigones».

No deberá ser transportado un mismo amasijo en camiones o compartimentos diferentes, ni se mezclarán masas frescas fabricadas con distintos tipos de cemento.

La máxima caída libre vertical de las masas en cualquier punto de su recorrido no excederá de un metro y medio (1,5 m), procurándose que la descarga del hormigón en la obra se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

El hormigón transportado en vehículo abierto se protegerá durante el transporte contra la lluvia; o contra una exposición al sol durante más de veinte (20) minutos cuando la temperatura ambiente exceda de veinte grados centígrados (20° C).

La descarga del hormigón transportado en camiones sin elementos de agitación deberá haber terminado dentro de un período de cuarenta y cinco minutos (45 min) después de la introducción del cemento y los áridos en la hormigonera de la central. Sin embargo, bajo condiciones atmosféricas que causen un rápido endurecimiento del hormigón, o cuando la temperatura de éste sea de treinta grados centígrados (30° C) o superior, el tiempo de transporte no deberá exceder de treinta minutos (30 min). Los plazos antes indicados podrán ser aumentados en el caso de que se utilicen retardadores de fraguado.

Deberá disponerse de un equipo para la limpieza de los camiones inmediatamente antes de su carga.

#### **550.8.4 Colocación de encofrados o elementos de rodadura de las máquinas**

Los encofrados podrán constituir por sí mismos el camino de rodadura de las máquinas de ejecución del pavimento, o estarán provistos de un carril para atender a esa función. En cualquier caso, deberán poseer una gran rigidez y estar desprovistos de combados, curvaturas, muescas u otros defectos, no pudiendo utilizarse encofrados defectuosos. Su base deberá tener un ancho no inferior a veinte centímetros (20 cm).

Tanto cada elemento por separado como el conjunto de los mismos, ofrecerán la misma regularidad a la rodadura que se exija al pavimento terminado, y presentarán una continuidad de apoyo sobre la superficie sustentante. En las curvas, los encofrados se ajustarán de acuerdo con las poligonales más convenientes, pudiendo emplearse encofrados rectos rígidos, con una longitud máxima de uno y medio (1,5) metros, en las de menos de treinta metros (30 m) de radio.

Los encofrados se fijarán al terreno mediante clavijas para impedir que puedan moverse tanto lateral como verticalmente, debiendo disponerse sendas clavijas en los extremos de los encofrados. La máxima separación entre clavijas será de un metro (1 m).

Si por superar el espesor del borde de las losas debe suplementarse la altura del encofrado, el incremento de altura no será superior al treinta por ciento (30 %) de la altura original del mismo.

Una vez colocados los encofrados y después de una pasada de las máquinas en vacío, pero con los vibradores en funcionamiento, se comprobará que las variaciones de nivelación en la superficie de rodadura de los mismos no superan los tres milímetros (3 mm) respecto a la rasante teórica, mientras que las desviaciones en planta respecto a la alineación teórica no deberán superar un centímetro (1 cm). La cantidad de encofrado disponible será suficiente para que, supuesto un plazo mínimo de desencofrado del hormigón de dieciséis horas (16 h), se tenga en todo momento colocada y a punto, por delante de la primera máquina, una longitud de encofrado igual o mayor a la que corresponde a tres horas (3 h) de hormigonado.

La cara interior del encofrado aparecerá siempre limpia, sin restos de hormigón adheridos a ella. Antes de proceder a la puesta en obra del hormigón, se recubrirá dicha cara con un producto antiadherente, cuya composición y dotación deberán haber sido aprobadas por el Director.

Cuando la maquinaria utilice como encofrado un bordillo o una franja de pavimento rígido construido anteriormente, éste deberá haber alcanzado una edad de tres (3) días.

Las ruedas de la maquinaria, si no están provistas de bandas de goma, rodarán sobre carriles, listones de madera, u otros dispositivos análogos, para evitar el contacto directo con el hormigón, colocados a una distancia conveniente del borde del pavimento. Si se observaran daños estructurales o superficiales en éste, deberá suspenderse inmediatamente el hormigonado, reanudándose cuando el pavimento haya adquirido la resistencia o se hayan adoptado precauciones adicionales suficientes para que no se vuelvan a producir dichos daños.

#### **550.8.5 Colocación de los elementos para guiado de las pavimentadoras de encofrado deslizante**

El espaciamiento de los piquetes que sostienen el hilo de guiado no será superior a doce metros (12 m); los apoyos del hilo en los piquetes tendrán la cota teórica, y la flecha del hilo entre dos piquetes será inferior a dos milímetros (2 mm).

Cuando se hormigone una banda adyacente a otra existente se observarán las mismas precauciones que en el caso de trabajar entre encofrados fijos.

#### **550.8.6 Colocación de los elementos de las juntas**

Los elementos de las juntas que deban disponerse con anterioridad al vertido del hormigón, se realizarán de acuerdo con los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los pasadores serán paralelos entre sí y al eje de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, del eje de un pasador respecto a su posición teórica, será de milímetro y medio (1,5 mm). La máxima diferencia entre las alineaciones de dos pasadores consecutivos será de milímetro y medio (1,5 mm), tanto en planta como en alzado.

Salvo que los pasadores se introduzcan por vibración en el pavimento mediante máquinas adecuadas, deberán disponerse sobre una cuna de varillas metálicas, suficientemente sólidas y con uniones soldadas, que se fijará a la base de un modo firme; la rigidez de la cuna en posición definitiva será tal que al aplicar a un extremo de cualquier pasador una carga de doce kilogramos (12 kg) en dirección horizontal o vertical, el giro del pasador no sea superior a un doscientosavo (1/200).

Los elementos que se coloquen en las juntas se dispondrán en su posición exacta, dejando la correspondiente referencia que defina esta posición a la hora de completar la junta.

#### **550.8.7 Puesta en obra del hormigón**

La extensión y puesta en obra del hormigón se realizará con máquinas entre encofrados fijos o con pavimentadoras de encofrados deslizantes.

No deberá transcurrir más de una hora (1 h) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra, compactación y acabado. El Director podrá aumentar este plazo hasta un má-

ximo de dos horas (2 h) si se adoptan las precauciones necesarias para retrasar el fraguado del hormigón, o cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura, o bien cuando se utilicen camiones hormigonera o camiones provistos de agitadores. En ningún caso se colocarán en obra amasijos que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

La descarga y extensión se realizarán de forma que no se perturbe la posición de elementos que estuvieran ya presentados.

Cuando la puesta en obra tenga lugar entre encofrados fijos, el hormigón se distribuirá uniformemente con extendidora mecánica; una vez extendido, el hormigón se compactará y enrasará por medio de una o varias máquinas. El número y capacidad de las máquinas serán los adecuados para poner en obra, al mismo ritmo, la producción de la hormigonera.

El camino de rodadura constituido por la parte superior de los encofrados o por el pavimento adyacente, y la superficie de contacto de las ruedas, se mantendrán limpios por medio de dispositivos adecuados acoplados a las máquinas.

Durante la compactación se cuidará que delante de la maestra delantera se mantenga en todo momento, y en todo el ancho de pavimentación, un exceso de hormigón en forma de cordón de varios centímetros de altura. Del mismo modo, y delante de la maestra trasera de la última terminadora, se mantendrá un cordón continuo de mortero fresco de la menor altura posible.

Los elementos vibratorios de las máquinas no se apoyarán sobre pavimentos terminados o encofrados laterales, y en las pavimentadoras de encofrados deslizantes deberán dejar de funcionar en el instante en que éstas se detengan.

Si se hormigona en dos capas, se colocará en su caso la armadura, y se extenderá la segunda capa lo más rápidamente posible, antes de que comience el fraguado del hormigón de la primera. En cualquier caso, entre la puesta en obra de ambas capas no deberá transcurrir más de una hora (1 h). Este plazo podrá ampliarse, cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura, en el tiempo que estime el Director, hasta un máximo de dos horas (2 h).

Si se interrumpe la extensión por más de media hora (1/2 h) se tapaná el frente del hormigón con arpilleras húmedas. Si el plazo de interrupción es superior al máximo admitido entre la fabricación y puesta en obra del hormigón, se dispondrá una junta de hormigonado transversal, de acuerdo con lo indicado en el apartado 550.8.9.

El hormigonado se hará por carriles de ancho constante, separados por juntas longitudinales de construcción. Cuando el pavimento esté constituido por dos o más carriles en el mismo sentido de circulación, se hormigonarán al menos dos carriles al mismo tiempo. Se dispondrán pasarelas móviles, con objeto de facilitar la circulación del personal y evitar perjuicios al hormigón fresco.

Los trabajos de hormigonado tendrán todos los accesos señalizados para proteger el pavimento.

El hormigón que haya de colocarse en anchos inferiores al de un carril, se compactará y enrasará mecánicamente, con la ayuda de los métodos manuales que sean necesarios.

Para la compactación manual se utilizará un tablón calzado con una pletina pesada que constituirá la superficie de apisonado, y rigidizado convenientemente para que conserve su for-

ma. Cuando la producción de hormigón sea superior a treinta metros cúbicos por hora (30 m<sup>3</sup>/h) y la compactación se realice manualmente, se utilizarán al menos dos (2) maestras de apisonado. El hormigón se compactará por apisonado, dejando caer la maestra y avanzando en sentido longitudinal. Se mantendrá siempre un exceso de hormigón delante de la maestra y se continuará compactando hasta que se haya conseguido la sección transversal exigida y el mortero fluya ligeramente a la superficie.

#### **550.8.8 Colocación de armaduras**

Las armaduras se colocarán en las zonas y forma que se indiquen en los Planos, limpias de toda suciedad y óxido no adherente; si es preciso, se sujetarán para impedir todo movimiento durante el hormigonado.

En los pavimentos armados con juntas, las armaduras se interrumpirán diez centímetros (10 cm) a cada lado de la junta. Cuando sea necesario solapar armaduras, las barras longitudinales se solaparán en dos mallas y las transversales en una.

Será imprescindible que la armadura se coloque paralela a la superficie del pavimento. Por ello, en el caso de pavimentos armados con juntas, si se utilizan mallazos, éstos deberán suministrarse y transportarse en témpanos, y no en rollos.

Las armaduras transversales se colocarán por debajo de las longitudinales. El recubrimiento de las armaduras longitudinales no será inferior a seis (6) centímetros ni superior a nueve (9) centímetros.

Las armaduras longitudinales se solaparán en una longitud mínima de treinta (30) diámetros. El número de solapes en una sección transversal no excederá del veinte por ciento (20 %) del total de barras longitudinales contenidas en dicha sección.

#### **550.8.9 Ejecución de juntas en fresco**

En las juntas longitudinales resultantes de hormigonar una banda contra otra ya construida, al hormigonar la banda adyacente se aplicará al canto de la anterior un producto para evitar la adherencia del hormigón nuevo con el antiguo. Se prestará la mayor atención y cuidado para conseguir que el hormigón que se coloque a lo largo de la junta sea homogéneo y quede perfectamente compactado, especialmente si se trata del tipo de junta de ranura y lengüeta. Se cuidará particularmente el desencofrado de estas zonas delicadas. Si se observasen desperfectos en la ranura, deberán corregirse antes de aplicar el producto antiadherente.

Las juntas de hormigonado transversales efectuadas en fresco, se dispondrán a fin de jornada, o cuando se haya producido por cualquier causa una interrupción en el proceso de hormigonado que haga temer un comienzo de fraguado en el frente de avance. A este respecto, una parada de treinta minutos (30 min), en tiempo seco y caluroso, será causa suficiente para establecer una junta de hormigonado.

Siempre que sea posible, se harán coincidir estas juntas con una de contracción o de dilatación, modificándola si es preciso, de acuerdo con las instrucciones del Director. De no ser así, se dispondrán a más de un metro y medio (1,5 m) de distancia de la junta más próxima y se ejecutarán de acuerdo con los Planos.

En las juntas de contracción efectuadas en el hormigón fresco, la ranura superior, que ha de situarse en la posición estricta que fija la referencia correspondiente, deberá hacerse

con un cuchillo vibrante o elemento similar aprobado por el Director. Esta operación se llevará a cabo inmediatamente después del paso de la terminadora transversal y antes del acabado longitudinal del pavimento. La ranura se obturará con una plancha de material rígido adecuado y se retocarán manualmente las zonas de los bordes para corregir las imperfecciones que hayan quedado en torno a éstos.

Las juntas transversales y longitudinales podrán también realizarse mediante inserción en el hormigón fresco de una tira continua de material plástico o de otro tipo aprobado por el Director. No se permitirán empalmes en dicha tira en las juntas de contracción, pero sí en las longitudinales, si mantienen la continuidad del material de la junta. Después de su colocación, el eje vertical de la tira formará un ángulo máximo de diez grados ( $10^\circ$ ) con un plano perpendicular a la superficie del pavimento. La parte superior de la tira no quedará por encima de la superficie del pavimento ni más de cinco milímetros (5 mm) por debajo de ella. Las tiras se colocarán conforme a la situación de las juntas, indicada en los Planos.

#### **550.8.10 Acabado**

A menos que se instale una iluminación suficiente a juicio del Director, el hormigonado del pavimento se detendrá con la antelación debida para que las operaciones de acabado se puedan concluir con luz natural.

Se prohibirá el regado con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón para facilitar su acabado. Cuando sea necesario aportar material para corregir algún punto bajo, se empleará hormigón aún no extendido.

Los equipos de pavimentación podrán estar dotados de unos dispositivos de fina pulverización de agua para poder ser utilizados ocasionalmente, en caso necesario, previa autorización del Director. En caso de que aparezcan grietas finas en la superficie del hormigón recientemente colocado, antes de su fraguado, se le aplicará agua con un pulverizador, de forma que se produzca una neblina y no un riego, hasta que las operaciones de acabado hayan finalizado y se haya iniciado el curado del hormigón.

##### **550.8.10.1 Acabado entre encofrados fijos**

El acabado del pavimento se realizará con una terminadora autopropulsada que pueda rodar sobre los encofrados o sobre las bandas adyacentes de hormigón. La longitud, disposición longitudinal o diagonal, y movimiento de vaivén del fratás, serán los adecuados para eliminar las irregularidades superficiales y obtener el perfil sin rebasar las tolerancias fijadas. La terminadora tendrá capacidad suficiente para acabar el hormigón con un ritmo igual al de fabricación de la planta.

En pavimentos para tráfico ligero, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá admitir un fratado manual. Por otra parte, este acabado podrá emplearse también en aquellos lugares que por su forma o ubicación no permitan el empleo de máquinas. La superficie del hormigón se alisará y nivelará con dos fratases de longitud no inferior a cuatro metros (4 m) y diez centímetros (10 cm) de anchura, rigidizados con costillas y con tornillos de ajuste entre las costillas y el fratás a distancias no superiores a sesenta centímetros (60 cm) entre centros. Los fratases tendrán un mango suficientemente largo para que puedan ser manejados desde fuera del pavimento. Con el borde del fratás se recortarán todas las protuberancias, rellenando las depresiones con el material así obtenido hasta conseguir una superficie correcta y uniforme. Los fratases se mantendrán con su mayor dimensión paralela al eje del pavimento. Cada pasada sucesiva solapará sólo ligeramente la pasada anterior, volviendo luego a pasar el fratás para alisar la banda de solape.

El acabado manual se realizará a la mayor distancia posible de la terminadora transversal siempre que el hormigón se mantenga trabajable. El número de pasadas será el necesario para eliminar todas las irregularidades perceptibles.

#### 550.8.10.2 Acabado con pavimentadoras de encofrados deslizantes

El equipo de pavimentación dispondrá de los elementos necesarios de acabado para conseguir las tolerancias exigidas. La superficie del pavimento no deberá ser retocada, salvo cuando se trate de zonas irregulares aisladas, comprobadas con una regla de longitud no inferior a cuatro metros (4 m). En este caso se hará un fratasado manual en la forma indicada en 550.8.10.1.

#### 550.8.10.3 Acabado de los bordes

Terminadas las operaciones de fratasado anteriormente descritas, y cuando el hormigón esté todavía fresco, se redondearán cuidadosamente los bordes de las losas con una llana especial de doce milímetros (12 mm) de radio.

Cuando se utilicen pavimentadoras de encofrados deslizantes, cualquier desplome del borde del pavimento, que exceda de seis milímetros (6 mm), excluido el redondeado de éste, se corregirá antes de que el hormigón haya endurecido.

Las juntas transversales de construcción y las juntas de dilatación se redondearán del mismo modo que los bordes longitudinales, pero con un radio de seis milímetros (6 mm).

#### 550.8.11 Textura superficial

Una vez acabado el pavimento, y antes del comienzo del fraguado del hormigón, se dará una textura transversal o longitudinal homogénea a la superficie del pavimento en forma de estriado o ranurado. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director, determinará el tipo de tratamiento superficial a emplear.

La textura superficial por estriado se obtendrá por la aplicación manual o mecánica de un cepillo con púas de plástico, alambre u otro material aprobado por el Director. Las estrías producidas serán sensiblemente perpendiculares o paralelas al eje de la calzada, según se trate de una textura transversal o longitudinal.

La textura superficial por ranurado será siempre transversal y se obtendrá mecánicamente mediante un peine con varillas de plástico, acero u otro material, o una placa con salientes de la misma forma que las ranuras a obtener; el dispositivo utilizado deberá ser aprobado por el Director. Las ranuras serán paralelas entre sí y tendrán una anchura y una profundidad comprendidas entre cinco (5) y siete (7) milímetros. La distancia entre sus ejes será variable y comprendida entre quince (15) y treinta y cinco (35) milímetros.

Al día siguiente del hormigonado se determinará la profundidad de la textura por el método del círculo de arena, al menos en diez (10) puntos aleatoriamente elegidos, debiendo obtenerse una profundidad media no inferior a un milímetro (1 mm) y una profundidad mínima, en cualquier ensayo, de sesenta centésimas de milímetro (0,60 mm), valores mínimos que podrán ser aumentados por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Después de diez (10) días de hormigonado, el Director podrá reducir el número indicado de ensayos.

En el caso de que la profundidad de la textura sea insuficiente, el Director podrá exigir un ranurado equivalente de la superficie con una serie de discos abrasivos en batería.

### **550.8.12 Protección del hormigón fresco y curado**

Durante el primer período de endurecimiento, el hormigón fresco deberá protegerse contra el lavado por lluvia, contra una desecación rápida, especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación y/o viento; y contra los enfriamientos bruscos y la congelación.

En obras a ejecutar en zonas con clima lluvioso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o el Director, podrán exigir la disposición de una tienda sobre las máquinas de puesta en obra para proteger al hormigón hasta que adquiera la resistencia suficiente para que el acabado no sea afectado por la lluvia. Asimismo, en autopistas y carreteras de tráfico pesado se podrá exigir un tren de tejadillos bajos de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de pavimento igual, al menos, a la que pueda ser acabada en veinte minutos (20 min) de trabajo, siempre que la fabricación horaria de hormigón no sea superior a ciento cincuenta metros cúbicos (150 m<sup>3</sup>).

En el caso de que las losas sufran un deslavado por efecto de la lluvia, deberán ser sometidas posteriormente a un ranurado que proporcione al pavimento las características indicadas en el apartado 550.8.11.

El hormigón se someterá al proceso de curado previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en cuanto haya adquirido la resistencia suficiente para que la terminación superficial no se vea afectada. Dicho proceso se prolongará a lo largo del plazo que al efecto fije el Director, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas de la obra; en general, dicho período no será inferior a siete (7) días.

Deberán someterse al proceso de curado todas las superficies expuestas del pavimento, incluidos los bordes en el momento en que queden libres.

Durante un período de protección, que en general no será inferior a tres días (3 d) a partir de la puesta en obra del hormigón, estará prohibido todo tipo de circulación sobre él, excepto la necesaria para las operaciones de serrado de juntas y comprobación de la regularidad superficial.

#### **550.8.12.1 Curado con productos filmógenos**

Cuando para el curado se utilicen productos filmógenos, éstos deberán aplicarse tan pronto como hayan concluido las operaciones de acabado y el agua libre sobre la superficie haya desaparecido completamente, adquiriendo ésta un tono mate. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvia, el producto deberá ser aplicado antes de dicho plazo.

El producto de curado cumplirá las especificaciones del Artículo 285, «Productos filmógenos de curado», y será aplicado de manera uniforme en una proporción suficiente para cumplir con las exigencias del ensayo de retención de agua, según la Norma ASTM C 156. Si se prevé que el pavimento, durante su construcción, va a estar sometido a condiciones atmosféricas muy variables, el Director podrá exigir una dosificación adaptada a cada caso.

Cuando las condiciones atmosféricas favorezcan la desecación del hormigón, el Director podrá ordenar el reforzar la acción del producto de curado, bien extendiendo sobre la superficie de las losas una neblina fina de agua, o bien aplicando una capa de arena, láminas de plástico u otros materiales que proporcionen el debido aislamiento. Dichas medidas se prolongarán durante el período que el Director considere necesario.

El producto de curado será aplicado en toda la superficie del pavimento por medios accionados mecánicamente que aseguren una pulverización del producto en un rocío fino, de forma continua y uniforme. El pulverizador irá provisto de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento; y de un dispositivo mecánico en el tanque de almacenamiento del producto de curado que someta a éste a una continua agitación durante su aplicación sobre el pavimento. Igualmente deberá disponer de un manómetro para controlar la presión de aplicación del producto, de un contador para controlar el rendimiento, y de los dispositivos necesarios para modificar el rendimiento cuando se desee.

Los pulverizadores accionados manualmente podrán ser utilizados en obras pequeñas, zonas irregulares o bien inaccesibles por los dispositivos mecánicos; y siempre bajo la aprobación del Director.

Se extenderá producto de curado sobre las paredes de las juntas inmediatamente después de ser serradas, en caso de que se ejecuten por este sistema. Igualmente se extenderá producto de curado sobre las zonas en que por cualquier circunstancia la película formada se estropee durante el período de curado, excepto en las proximidades de las juntas cuando éstas hayan sido ya selladas con productos bituminosos.

#### 550.8.12.2 Curado por humedad

Cuando el método de curado sea por humedad, se cubrirá la superficie del pavimento con arpilleras, esterillas u otros materiales análogos de alto poder de retención de humedad, una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial. Dichos materiales no deberán estar impregnados o contaminados de sustancias perjudiciales al hormigón, o simplemente susceptibles de teñir o ensuciar la superficie.

Hasta que la superficie del hormigón se cubra con los materiales previstos, ésta se mantendrá húmeda aplicando agua por medio de dispositivos que la atomicen en forma de neblina y no de riego. El agua no será aplicada a presión directamente sobre el hormigón, y no se permitirá que se acumule sobre la superficie de forma que se produzca un flujo de agua en ésta o se deslave el hormigón.

Los materiales utilizados se mantendrán saturados de agua durante el período previsto de curado.

#### 550.8.12.3 Curado mediante membranas impermeables

Cuando las juntas del pavimento se ejecuten en fresco, el curado también podrá realizarse por cubrición de la superficie con membranas impermeables, una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial.

Hasta que la superficie del hormigón se cubra con las membranas impermeables se mantendrá húmeda aplicando agua por medio de dispositivos que la atomicen en forma de neblina y no de riego. El agua no será aplicada a presión directamente sobre el hormigón, y no se permitirá que se acumule sobre la superficie de forma que se produzca un flujo de agua en ésta o se deslave el hormigón.

Las membranas serán de plástico o papel, cumpliendo con las especificaciones del apartado 550.2.5.

Las membranas deberán cubrir todas las superficies expuestas del pavimento. En los bordes longitudinales, las membranas deberán extenderse más allá de ellos en una longitud igual o superior al espesor de la losa. Los solapes entre las membranas serán al menos de treinta centímetros (30 cm), planchándose bien los distintos bordes para impedir que el aire se introduzca por debajo de ellos.

Para evitar el levantamiento de las membranas por efecto del viento, todos los bordes laterales y solapes se asegurarán con caballetes continuos de tierra u otros materiales adecuados.

Si cualquier porción de las membranas resulta dañada o rota antes de las setenta y dos (72) horas después de ser colocada, deberá ser inmediatamente cubierta con una nueva membrana en buen estado, con la que se adoptarán las mismas medidas de sujeción que con el resto de las membranas.

No podrán utilizarse porciones de membrana que hayan perdido sus cualidades impermeables o hayan sido rotas o dañadas hasta el punto de volverse inadecuadas para el curado.

Las membranas se mantendrán sobre las losas durante el período previsto de curado.

#### 550.8.12.4 Protección contra el frío

Durante el período de curado del hormigón, e independientemente de las precauciones a adoptar en su fabricación y puesta en obra, deberá protegerse el pavimento contra la acción de un enfriamiento rápido o helada. En particular, cuando exista la posibilidad de un enfriamiento brusco del hormigón sometido a elevadas temperaturas diurnas, como los casos de lluvia después de un soleamiento intenso, o de descenso de la temperatura ambiente de más de veinticinco grados centígrados (25° C) entre el día y la noche, se le protegerá con materiales aislantes hasta la mañana siguiente a su puesta en obra.

#### 550.8.13 Ejecución de juntas serradas

En las juntas transversales, el hormigón endurecido se serrará de forma y en instante tal que el borde de la ranura sea limpio y no se produzcan anteriormente grietas de retracción en la superficie del hormigón.

Las juntas longitudinales pueden serrarse en cualquier momento, después de transcurridas veinticuatro (24) horas desde la construcción del pavimento, siempre que se asegure que no pasará ningún tráfico, ni siquiera el de obra, hasta que se haya hecho esta operación.

Si el sellado de las juntas lo requiere, y con la aprobación del Director, la operación de serrado podrá realizarse en dos fases: la primera de ellas hasta la profundidad definida en los Planos, y la segunda, de ensanche para alojamiento del producto de sellado en la parte superior de la ranura.

Hasta el momento del sellado de las juntas, o hasta la apertura al tráfico del pavimento, en el caso de que las juntas vayan a dejarse sin sellar, se obturarán provisionalmente con cuerdas u otros elementos similares, con objeto de evitar la introducción de cuerpos extraños en las juntas.

#### **550.8.14 Desencofrado**

Cuando la ejecución del pavimento se realice entre encofrados fijos, el desencofrado no se efectuará antes de transcurridas dieciséis horas (16 h) a partir de la puesta en obra del hormigón. En cualquier caso, el Director podrá modificar el citado plazo en función de la resistencia alcanzada por el hormigón.

Los encofrados se retirarán y transportarán con precaución y cuidado tales que no se dañen los bordes de las losas ni aquéllos sufran deformaciones o deterioro.

En las zonas de cambio de tipo de pavimento y bordes laterales se protegerá adecuadamente el canto de las losas.

#### **550.8.15 Sellado de las juntas**

Una vez terminado el período de curado del hormigón y si está previsto el sellado de las juntas, se limpiarán enérgica y cuidadosamente el fondo y los bordes de la ranura, utilizando para ello procedimientos adecuados, tales como chorro de arena o cepillo de púas metálicas, dando una pasada final con aire comprimido. Finalizada esta operación, se imprimirán los bordes con un producto adecuado cuando el tipo de material que se emplee lo requiera.

Posteriormente se procederá a la colocación del material de sellado previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se cuidará especialmente la limpieza de la operación y se recogerá el posible exceso de material. El perfil de la junta sellada no deberá resultar con menisco convexo, ni presentar soluciones de continuidad en los bordes.

Las operaciones de sellado de juntas deberán suspenderse, salvo autorización del Director, cuando la temperatura del aire baje de cinco grados centígrados (5° C), o en caso de lluvia o viento fuerte.

### **550.9 CONTROL DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGON EN OBRA**

#### **550.9.1 Ensayos de control**

Estos ensayos serán preceptivos en todos los casos y tienen por objeto comprobar, a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la resistencia especificada.

Cada día de hormigonado se determinará la resistencia de N amasadas diferentes. El valor de N será fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto por el Director, debiendo ser igual o superior a tres (3) en el caso de autopistas y carreteras de tráfico pesado o medio, y a dos (2) en el resto de los casos.

La resistencia de cada amasada vendrá expresada por el valor medio de la resistencia a flexotracción de n probetas prismáticas de quince por quince por sesenta centímetros (15 × 15 × 60 cm), confeccionadas de acuerdo con la Norma UNE 7240, con hormigón tomado de la misma. El valor de n será fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o por el Director, debiendo ser igual o mayor que dos (2).

Cada vez que se vaya a confeccionar una serie de probetas deberán controlarse en primer lugar la consistencia del hormigón y el contenido de aire ocluido, con los mismos métodos utilizados en los ensayos previos y en los característicos en obra. Si alguno de los resultados obtenidos no cae dentro de los límites establecidos se rechazará el hormigón de la amasada, volviéndose a repetir dichos ensayos con las siguientes hasta obtener unos resultados correctos, en cuyo caso podrá ponerse en obra el hormigón de la última amasada y confeccionar con él las probetas para el control de la resistencia.

Las probetas se conservarán en las condiciones previstas en la Norma UNE 7240 y se ensayarán a los veintiocho (28) días a flexotracción, según la Norma UNE 7395.

A partir del valor mínimo  $f_{\min}$  de las N resistencias a flexotracción de un día, se calculará el valor de la resistencia característica estimada a flexotracción  $f_{\text{estf}}$ :

$$f_{\text{estf}} = K_N \cdot f_{\min}$$

El valor del coeficiente  $K_N$  se deducirá de la Tabla 550.2 en función de la frecuencia diaria de ensayos:

TABLA 550.2

N	$K_N$
2	0,88
3	0,91
4	0,93
5	0,94
6	0,95

Si  $f_{\text{estf}}$  es mayor o igual que  $f_{\text{okt}}$  se considerará aceptable la resistencia del hormigón puesto en obra durante el día considerado.

Si  $f_{\text{estf}}$  es menor que  $f_{\text{okt}}$ , pero es mayor o igual que el noventa por ciento (90 %) de este valor, el Contratista podrá, o bien aceptar las sanciones que para este caso prevea el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o bien solicitar la realización de ensayos de información tal y como se indica en 550.9.2, aplicándose luego, de acuerdo con los resultados, las disposiciones contenidas en dicho subapartado.

Si  $f_{\text{estf}}$  es menor que el noventa por ciento (90 %) de  $f_{\text{okt}}$ , se procederá a la realización de ensayos de información, tal y como se indica en 550.9.2.

#### 550.9.2 Ensayos de información

Estos ensayos serán siempre a expensas del Contratista. Para su realización se extraerán en forma aleatoria de la superficie hormigonada durante el día considerado y antes de los cincuenta y cuatro días (54 d) de su puesta en obra, seis (6) testigos cilíndricos de acuerdo con la Norma UNE 7241. Cada uno de dichos testigos distará del más próximo, como mínimo, siete metros (7 m) en sentido longitudinal, y estará separado más de cincuenta centímetros (50 cm) de cualquier junta o borde.

Los testigos así obtenidos se ensayarán a tracción indirecta a la edad de cincuenta y seis días (56 d), de acuerdo con la Norma UNE 7396, después de haber sido conservados durante las cuarenta y ocho horas (48 h) anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la Norma UNE 7241.

Se calculará el valor medio de los resultados de los ensayos y se comparará con el valor medio obtenido con los testigos extraídos en el tramo de ensayo, según se indica en el apartado 550.7.

Si el valor medio de los resultados de los ensayos es igual o superior al obtenido en el tramo de ensayo, se considerará aceptable la resistencia del hormigón puesto en obra durante el día considerado.

Si el valor medio de los resultados de los ensayos es inferior al obtenido en el tramo de ensayo, pero es igual o superior al noventa por ciento (90 %) de éste, se aplicará a la superficie hormigonada durante el día considerado las mismas sanciones que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares prevea para el caso en que el porcentaje de la resistencia, estimado en los ensayos de control respecto a la resistencia especificada, alcance el mismo valor.

Si el valor medio de los resultados de los ensayos es inferior al noventa por ciento (90 %), pero igual o superior al setenta por ciento (70 %) del obtenido en el tramo de ensayo, el Director podrá aplicar las sanciones previstas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o bien ordenar la demolición de la superficie afectada a expensas del Contratista.

Si el valor medio de los resultados de los ensayos es inferior al setenta por ciento (70 %) del obtenido en el tramo de ensayo, se demolerá la superficie hormigonada durante el día considerado, a expensas del Contratista.

#### **550.10 TOLERANCIAS DEL PAVIMENTO**

La regularidad superficial de cada zona del pavimento se controlará dentro de las veinticuatro horas (24 h) a partir de su ejecución.

La superficie del pavimento no deberá presentar diferencias de más de tres milímetros (3 mm) respecto a una regla de tres metros (3 m), apoyada sobre la superficie en cualquier dirección.

Los puntos altos detectados, que sean causa de incumplimiento de las anteriores tolerancias, se eliminarán por métodos abrasivos. Después de ser eliminados éstos, se pasará de nuevo la regla en una longitud igual a la distancia entre juntas entre las que esté comprendida la irregularidad detectada. La superficie corregida debe estar limitada por bordes longitudinales de losas o juntas longitudinales y por líneas perpendiculares a ellas, de forma que se obtengan áreas rectangulares.

El espesor de las losas se comprobará mediante extracción de testigos cilíndricos de diez centímetros (10 cm) de diámetro, con la frecuencia y en los puntos fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o que, en su defecto, señale el Director. El espesor del pavimento no deberá tener en ningún punto un espesor inferior en más de quince milímetros (15 mm) al prescrito.

Los agujeros producidos en el pavimento por los sondeos, serán rellenados con hormigón de la misma calidad que el utilizado en el resto del pavimento, el cual será correctamente compactado y enrasado.

Las desviaciones en planta respecto a la alineación teórica no deberán ser superiores a un centímetro (1 cm).

Las losas no presentarán fisuras. Un conjunto de pequeñas grietas de corta longitud, no interesando manifiestamente más que la superficie de las losas, no se considerará como una fisura.

Si una losa presenta una fisura única y no ramificada sensiblemente paralela u ortogonal a una de las direcciones de juntas, el Director podrá aceptar esta losa si se realizan las operaciones indicadas a continuación:

- Si la junta más próxima a la fisura no se ha abierto, la fisura se tratará como una junta y será sellada con un producto aprobado por el Director, previa regularización y cajeadado de los labios.
- Si la junta más próxima a la fisura se ha abierto, la fisura se inyectará, tan pronto como sea posible, con una resina epoxi aprobada por el Director, que mantenga unidos sus bordes con objeto de restablecer la continuidad de la losa.

En el caso de presentarse fisuras de naturaleza diferente, como las de esquina, el Director podrá aceptar la losa afectada u ordenar la demolición total o parcial de la misma y su posterior reconstrucción. Si la losa se acepta, la fisura será tratada como una junta. Si se ordena la demolición parcial, ninguno de los elementos de la losa, después de su reconstrucción, tendrá una de sus dimensiones inferior a un metro y medio (1,5 m).

La recepción definitiva de una losa fisurada y no demolida no se efectuará más que si, al final del período de garantía, las fisuras no se han agravado ni han originado daños a las losas vecinas. En caso contrario, el Director podrá ordenar la demolición y posterior reconstrucción de las losas fisuradas.

Si, a causa de un serrado prematuro, se producen desconchados en las juntas, deberán ser reparadas con un mortero de resina epoxi aprobado por el Director.

#### **550.11 APERTURA AL TRAFICO**

El pavimento podrá abrirse al paso de personas y de materiales para operaciones de serrado y comprobación de la regularidad superficial cuando haya transcurrido el plazo necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y siempre que haya secado el producto de curado si se utiliza este método.

El equipo para la ejecución de las obras no podrá circular sobre el pavimento hasta que haya curado un mínimo de tres (3) días.

El tráfico de obra no podrá circular sobre el pavimento antes de siete días (7 d) o de que el hormigón haya alcanzado una resistencia a flexotracción del ochenta por ciento

(80 %) de la resistencia especificada a veintiocho días (28 d). Todas las juntas deberán haber sido selladas o al menos obturadas provisionalmente.

La apertura al tráfico general no podrá realizarse antes de catorce días (14 d) a partir de la terminación del pavimento.

#### **550.12 MEDICION Y ABONO**

Las mediciones se realizarán sobre los Planos, que incluirán el tramo de ensayo satisfactorio.

El pavimento de hormigón completamente terminado, excepto juntas y armaduras, se medirá y abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Se descontarán las sanciones impuestas por insuficiente resistencia del hormigón.

Las juntas se medirán y abonarán por metros (m).

Las armaduras se medirán y abonarán de acuerdo con lo especificado en el Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado».

Las adiciones previstas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, así como las no previstas, pero autorizadas por el Director, se abonarán por kilogramos (kg) realmente utilizados.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para reparar las juntas defectuosas o las superficies de las losas en las que acusen irregularidades superiores a las tolerables o que presenten aspecto defectuoso.

## 560 ADOQUINADOS DE PIEDRA LABRADA

### 560.1 DEFINICION

Se definen como adoquinados los pavimentos ejecutados con adoquines.

### 560.2 MATERIALES

#### 560.2.1 Adoquines

##### 560.2.1.1 Definición

Se definen como adoquines las piedras labradas en forma de tronco de pirámide, de base rectangular, para su utilización en pavimentos.

##### 560.2.1.2 Condiciones generales

Los adoquines deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta.
- Carecer de grietas, pelos, coqueras, nódulos, zonas meteorizadas y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlos con un martillo.
- Tener adherencia a los morteros.

##### 560.2.1.3 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de los adoquines serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Su cara superior será plana, y sus bordes no estarán rotos ni desgastados; tendrán unas medidas de dieciocho a veinte centímetros (18 a 20 cm) de largo, y nueve a once centímetros (9 a 11 cm) de ancho. El tizón será de catorce a dieciséis centímetros (14 a 16 cm). La cara inferior tendrá como medidas las cinco sextas partes (5/6) de las homólogas de la superior; las caras laterales estarán labradas de manera que las juntas producidas al ejecutar el pavimento no sean superiores a ocho milímetros (8 mm) de ancho.

Los ángulos de fractura presentarán aristas vivas.

##### 560.2.1.4 Calidad

**Peso específico neto:** No será inferior a dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2.500 kg/m<sup>3</sup>).

**Resistencia a compresión:** No será inferior a mil trescientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (1.300 kgf/cm<sup>2</sup>).

**Coefficiente de desgaste:** Será inferior a trece centésimas de centímetro (0,13 cm).

**Resistencia a la intemperie:** Sometidos los adoquines a veinte (20) ciclos de congelación, al final de ellos no presentarán grietas, ni alteración visible alguna.

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las normas UNE 7067, UNE 7068, UNE 7069 y UNE 7070.

### **560.2.2 Mortero**

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero hidráulico designado como M 450 en el Artículo 611, «Morteros de Cemento», del presente Pliego.

### **560.2.3 Lechadas**

La lechada de cemento para el rejuntado se compondrá de seiscientos kilogramos de cemento portland P-350 por metro cúbico (600 kg/m<sup>3</sup>); y de arena, de la que no más de un quince por ciento (15 %) en peso quede retenida por el tamiz 2,5 UNE ni más de un quince por ciento (15 %) en peso pase por el tamiz 0,32 UNE.

## **560.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

La ejecución del cimientado se llevará a efecto de acuerdo con lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; y serán de aplicación las prescripciones que se señalan en el Artículo 630, «Obras de hormigón en masa o armado», del presente Pliego.

Sobre el cimientado se extenderá una capa de mortero anhidro, de espesor inferior a cinco centímetros (5 cm), para absorber la diferencia de tizón de los adoquines.

Sobre esta capa de asiento se colocarán a mano los adoquines; golpeándolos con un martillo para reducir al máximo las juntas y realizar un principio de hinca en la capa de mortero; quedarán bien sentados, y con su cara de rodadura en la rasante prevista en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo.

Asentados los adoquines, se macearán con pisones de madera, hasta que queden perfectamente enrasados. La posición de los que queden fuera de las tolerancias antedichas una vez maceados, se corregirá extrayendo el adoquín y rectificando el espesor de la capa de asiento si fuera preciso.

Los adoquines quedarán colocados en hiladas rectas, con las juntas encontradas; y el espesor de éstas será el menor posible, y nunca mayor de ocho milímetros (8 mm).

Una vez preparado el adoquinado, se procederá a regarlo; y seguidamente se rellenarán las juntas con lechada de cemento.

Esta se preparará a base de la dosificación indicada anteriormente; y se verterá con ayuda de jarras de pico; forzándola a entrar, hasta colmatar las juntas, con una varilla que se usará también para remover el líquido dentro del jarro.

Entre tres (3) y cuatro (4) horas después de realizada esta operación, se efectuará el llagueado de las juntas, comprimiendo el material en éstas; y echando más lechada, si al efectuar esta operación resultaran descarnadas.

El pavimento terminado no se abrirá al tráfico hasta pasados tres días (3 d), contados a partir de la fecha de terminación de las obras; y en este plazo, el Contratista cuidará de mantener inundada la superficie del pavimento, formando balsas; o bien, si la pendiente no permitiera el uso de este procedimiento, regando de tal forma que se mantenga constantemente húmeda la superficie del mismo. Deberá también corregir la posición de los adoquines que pudieran hundirse o levantarse.

#### **560.4 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA**

Dispuestas referencias, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de diez metros (10 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por dichas referencias.

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de doce milímetros (12 mm).

La superficie acabada no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera, sobre todo en las inmediaciones de las juntas.

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene el Director de las obras.

#### **560.5 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

Regirán las reseñadas en la Artículo 630, «Obras de hormigón en masa o armado», del presente Pliego.

#### **560.6 MEDICION Y ABONO**

Los adoquinados se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie de pavimento realmente ejecutados, medidos en el terreno.

## 570 BORDILLOS

### 570.1 DEFINICION

Se definen como bordillos las piezas de piedra o elementos prefabricados de hormi-gón colocados sobre una solera adecuada, que constituyen una faja o cinta que delimita la superficie de la calzada, la de una acera o la de un andén.

### 570.2 MATERIALES

#### 570.2.1 Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero de ce-mento designado como M 450 en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de este Pliego.

#### 570.2.2 Bordillos de piedra

##### 570.2.2.1 Condiciones generales

Los bordillos de piedra deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta.
- Carecer de grietas, pelos, coqueas, nódulos, zonas meteorizadas y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlos con martillo.
- Tener adherencia a los morteros.

##### 570.2.2.2 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de los bordillos de piedra serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La longitud mínima de las piezas será de un metro (1 m), aunque en suministros gran-des se admitirá que el diez por ciento (10 %) de las piezas tenga una longitud comprendida entre sesenta centímetros (60 cm) y un metro (1 m). Las secciones extremas deberán ser normales al eje de la pieza.

En las medidas de la sección transversal se admitirá una tolerancia de diez milíme-tros (10 mm) en más o en menos.

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos; y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

Las partes vistas de los bordillos deberán estar labradas con puntero o escoda; y las operaciones de labra se terminarán con bujarda media. Los dos centímetros (2 cm) superiores de las caras interiores se labrarán a cincel. El resto del bordillo se trabajará a golpe de martillo; refinándose a puntero las caras de junta, hasta obtener superficies aproximadamente planas y normales a la directriz del bordillo.

### 570.2.2.3 Calidad

**Peso específico neto:** No será inferior a dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2.500 kg/m<sup>3</sup>).

**Resistencia a compresión:** No será inferior a mil trescientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (1.300 kgf/cm<sup>2</sup>).

**Coefficiente de desgaste:** Será inferior a trece centésimas de centímetro (0,13 cm).

**Resistencia a la intemperie:** Sometidos los bordillos a veinte (20) ciclos de congelación, al final de ellos no presentarán grietas, desconchados, ni alteración visible alguna.

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas UNE 7067, UNE 7068 y UNE 7070.

## 570.2.3 Bordillos prefabricados de hormigón

### 570.2.3.1 Condiciones generales

Los bordillos prefabricados de hormigón, se ejecutarán con hormigones de tipo H-200 o superior, según el Artículo 610, «Hormigones», fabricados con áridos procedentes de machaqueo, cuyo tamaño máximo será de veinte milímetros (20 mm), y cemento portland P-350.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo de hormigón a utilizar, así como las características de las caras vistas del bordillo.

### 570.2.3.2 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de los bordillos de hormigón serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos; y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

La longitud mínima de las piezas será de un metro (1 m).

Se admitirá una tolerancia, en las dimensiones de la sección transversal, de diez milímetros ( $\pm 10$  mm).

### **570.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Las piezas se asentarán sobre un lecho de hormigón, cuya forma y características se especificarán en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Las piezas que forman el bordillo se colocarán dejando un espacio entre ellas de cinco milímetros (5 mm). Este espacio se rellenará con mortero del mismo tipo que el empleado en el asiento.

### **570.4 MEDICION Y ABONO**

Los bordillos se medirán y abonarán por metros (m) realmente colocados, de cada tipo, medidos en el terreno.

## 600 ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGON ARMADO

### 600.1 DEFINICION

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

### 600.2 MATERIALES

Ver Artículo 240, «Barras lisas para hormigón armado».

Ver Artículo 241, «Barras corrugadas para hormigón armado».

Ver Artículo 242, «Mallas electrosoldadas».

### 600.3 FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

No se aceptarán las barras que presenten grietas, sopladuras o mermas de sección superiores al cinco por ciento (5 %).

### 600.4 DOBLADO

Salvo indicación en contrario, los radios interiores de doblado de las armaduras no serán inferiores, excepto en ganchos y patillas, a los valores que se indican en la Tabla 600.1, siendo  $f_{ck}$  la resistencia característica del hormigón y  $f_y$  el límite elástico del acero, en kilogramos por centímetro cuadrado (kp/cm<sup>2</sup>).

TABLA 600.1

$f_y$ \ $f_{ck}$	125	150	175	200	225	250	300	$\geq 350$
2.200	6 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø	5 Ø
4.200	10 Ø*	10 Ø	8 Ø	7 Ø	7 Ø	6 Ø	5 Ø	5 Ø
4.600	10 Ø*	11 Ø	9 Ø	8 Ø	7 Ø	7 Ø	6 Ø	5 Ø
5.000	10 Ø*	12 Ø	10 Ø	9 Ø	8 Ø	7 Ø	6 Ø	5 Ø

(\*) Se limita, en el cálculo, el valor de  $f_y$  a 3.750 kp/cm<sup>2</sup>.

Los cercos o estribos podrán doblarse con radios menores a los indicados en la Tabla 600.1 con tal de que ello no origine en dichas zonas de las barras un principio de fisuración.

El doblado se realizará, en general, en frío y a velocidad moderada, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales. Como norma general, deberá evitarse el doblado de barras a temperaturas inferiores a cinco grados centígrados (5° C).

En el caso del acero tipo AE22L, se admitirá el doblado en caliente, cuidando de no alcanzar la temperatura correspondiente al rojo cereza oscuro, aproximadamente ochocientos grados centígrados (800° C), y dejando luego enfriar lentamente las barras calentadas.

### 600.5 COLOCACION

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón, y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

La distancia horizontal libre entre dos barras consecutivas, salvo que estén en contacto, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- Un centímetro (1 cm).
- El diámetro de la mayor.
- Los seis quintos (6/5) del tamaño tal que el ochenta y cinco por ciento (85 %) del árido total sea inferior a ese tamaño.

La distancia vertical entre dos barras consecutivas, salvo que estén en contacto, será igual o superior al mayor de los dos valores siguientes:

- Un centímetro (1 cm).
- Setenta y cinco centésimas (0,75) del diámetro de la mayor.

En forjados, vigas y elementos similares, se podrán colocar dos barras de la armadura principal en contacto, una sobre otra, siempre que sean corrugadas.

En soportes y otros elementos verticales, se podrán colocar dos o tres barras de la armadura principal en contacto, siempre que sean corrugadas.

La distancia libre entre cualquier punto de la superficie de una barra de armadura y el paramento más próximo de la pieza, será igual o superior al diámetro de dicha barra.

En las estructuras no expuestas a ambientes agresivos dicha distancia será además igual o superior a:

- Un centímetro (1 cm), si los paramentos de la pieza van a ir protegidos.
- Dos centímetros (2 cm), si los paramentos de la pieza van a estar expuestos a la intemperie, a condensaciones o en contacto permanente con el agua.
- Dos centímetros (2 cm) en las partes curvas de las barras.

Los empalmes y solapes deberán venir expresamente indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con las órdenes del Director de las Obras.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director la aprobación por escrito de las armaduras colocadas.

#### **600.6 CONTROL DE CALIDAD**

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EH-73. Los niveles de control de calidad, de acuerdo con lo previsto en la citada Instrucción, serán los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la zona inferior derecha de cada Plano.

#### **600.7 MEDICION Y ABONO**

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los Planos, aplicando para cada tipo de acero los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de dichos Planos.

Salvo indicación expresa del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el abono de las mermas y despuntes se considerará incluido en el del kilogramo (kg) de armadura.

## **601 ARMADURAS ACTIVAS A EMPLEAR EN HORMIGON PRETENSADO**

### **601.1 DEFINICION.**

Se denominan armaduras activas a las de acero de alta resistencia mediante las cuales se introduce el esfuerzo de pretensado.

### **601.2 MATERIALES**

Ver Artículo 243, «Alambres para hormigón pretensado».

Ver Artículo 244, «Torzales para hormigón pretensado».

Ver Artículo 245, «Cordones para hormigón pretensado».

Ver Artículo 246, «Cables para hormigón pretensado».

Ver Artículo 247, «Barras para hormigón pretensado».

Ver Artículo 248, «Accesorios para hormigón pretensado».

Se entiende por tendón el conjunto de las armaduras activas alojadas dentro de un mismo conducto o vaina.

Existen también otros elementos que pueden utilizarse para constituir las armaduras activas. Pero en estos casos será preceptivo obtener una autorización previa del Director de las obras para su utilización.

Las armaduras activas pueden ser de dos tipos:

- Armaduras pretesas: Las que se tesan antes del vertido del hormigón, al cual transmiten su esfuerzo por adherencia una vez endurecido.
- Armaduras postesas: Las que se tesan una vez endurecido el hormigón, al cual transmiten su esfuerzo por medio de anclajes.

### **601.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte del acero de pretensado se realizará en vehículos cubiertos y de forma que vaya debidamente embalado y protegido contra la humedad, deterioro, contaminación y grasas.

El almacenamiento se realizará en locales ventilados, en los que no pueda ensuciarse la superficie del material y al abrigo de la humedad del suelo y paredes para evitar riesgos de oxidación o corrosión. Se adoptarán las precauciones precisas en el almacén para evitar cualquier deterioro de los aceros debido al ataque químico, operaciones de soldadura realizadas en las proximidades y otras causas.

Antes de almacenar los aceros se comprobará que están limpios, sin manchas de grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

Los aceros deberán almacenarse cuidadosamente clasificados según sus tipos, clases y lotes de que procedan.

El estado de la superficie de todos los aceros será siempre objeto de examen antes de su uso, especialmente después de un largo almacenamiento en obra, con el fin de asegurarse de que no presentan alteraciones perjudiciales. Si el Director lo estima necesario, ordenará la realización de los ensayos de comprobación que estime oportunos.

#### **601.4 COLOCACION DE ARMADURAS Y ACCESORIOS**

La posición de las armaduras o sus vainas en el interior de los encofrados, se ajustará a lo indicado en los Planos, para lo cual se sujetarán con alambres o calzos. El Director aprobará la distribución de los calzos y disposición de los apoyos para lograr el adecuado trazado de las armaduras y su perfecta y permanente sujeción.

En todo caso, los medios de fijación adoptados serán tales que no provoquen aumentos de rozamiento de las armaduras cuando se tesen. Se deberá tener presente la posibilidad de flotación de las vainas en los casos en que el hormigonado se efectúe antes del enfilado de las armaduras. Las condiciones térmicas habrán de tenerse en cuenta si una variación importante en la temperatura pudiese provocar una modificación en el reglaje de la posición de los tendones. En particular, las fijaciones deberán resistir a los efectos que puedan derivarse de las variaciones de temperatura.

Las uniones entre trozos sucesivos de vainas o entre vainas y anclajes deberán tener una hermeticidad que garantice que no puede penetrar lechada de cemento durante el hormigonado.

También será necesario asegurarse de que la posición de los tendones dentro de sus vainas o conductos es la adecuada. Para ello, si fuese preciso, se recurrirá al empleo de espaciadores. Queda terminantemente prohibido dejar las armaduras o sus vainas sobre el fondo del encofrado para irlas levantando después, a medida que se hormigona la pieza, hasta colocarlas en la posición adecuada.

En los elementos con armaduras pretensas habrá que conceder un cuidado particular al paralelismo de las mismas.

El montaje de los dispositivos de anclaje se realizará siguiendo estrictamente las especificaciones propias del sistema utilizado. En los puntos en que se vaya a disponer de un anclaje, se colocará en el encofrado o molde un taco adecuado para formar un cajeadado, en el cual apoye el anclaje y que facilite la colocación del material de protección del anclaje una vez terminado el tesado y la inyección. Las placas de reparto de los anclajes deben colocarse

perpendiculares al trazado de los tendones correspondientes, con objeto de que el eje del gato coincida con el del trazado. Para conseguir una perfecta colocación, dicho trazado deberá ser recto en las inmediaciones del anclaje, al menos en la longitud prescrita en las especificaciones del sistema de pretensado. La fijación de los anclajes al encofrado o molde deberá garantizar que se mantiene su posición durante el vertido y compactación del hormigón.

Antes de utilizar un anclaje, se comprobará que las cuñas y el interior de los tacos o conos hembra de anclaje están limpios, de tal forma que aquéllas puedan moverse libremente dentro del anclaje, para su perfecto ajuste. Las roscas de las barras y tuercas deben estar limpias y engrasadas, manteniéndolas con sus envolturas protectoras hasta el momento de su utilización. Las barras roscadas que hayan de introducirse en conductos a tal efecto dispuestos en el hormigón de la pieza que se va a pretensar, deberán protegerse adecuadamente para evitar que se dañen por abrasión sus extremos roscados durante la colocación.

Los dientes de las cuñas se limpiarán con cepillo de alambre, para eliminar cualquier suciedad u oxidación que pudiera haberse acumulado en las hendiduras. La superficie exterior de las cuñas deberá recubrirse, durante su almacenamiento, con grafito o cera. Deberán llevar las marcas necesarias para que no puedan confundirse, unas con otras, las destinadas al anclaje de tendones de características diferentes. Cuando los anclajes sean reutilizables, por ejemplo en el caso de armaduras pretesas, se devolverán a almacén para su limpieza y revisión una vez usados.

En el momento de su puesta en obra, las armaduras deberán estar libres de óxido no adherente y perfectamente limpias, sin trazas de grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación o su adherencia. No presentarán indicios de corrosión, defectos superficiales aparentes, puntos de soldadura, ni pliegues o dobleces. Se admite que las armaduras, en el momento de su utilización, presenten ligera oxidación adherente, entendiéndose por tal la que no se desprende al frotar las armaduras con cepillo de alambre o un trapo seco.

Debe evitarse todo contacto, directo o electrolítico, entre los aceros de pretensado y otros metales, a causa del peligro de que se produzca el efecto pila.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar que las armaduras, durante su colocación en obra, experimenten daños, especialmente entalladuras o calentamientos locales que puedan modificar sus características. Se cuidará especialmente de que, en las proximidades de la zona activa de las armaduras de pretensado, no se realicen operaciones de soldadura u otras capaces de desprender calor, para evitar que los aceros resulten sometidos a temperaturas elevadas, corrientes parásitas o chispas desprendidas al soldar.

Todo ajuste de longitud o arreglo de los extremos de las armaduras se hará mecánicamente o por oxicorte. Caso de emplear el soplete, se evitará cuidadosamente que la llama pueda alcanzar a otros tendones ya tesados. La zona de acero alterada por la operación de oxicorte deberá quedar fuera de la zona activa de la armadura.

No se utilizarán empalmes de tendones no previstos en los Planos, salvo autorización expresa del Director. Se recuerda en tal caso la necesidad de que el ensanchamiento de la vaina alrededor del empalme debe tener suficiente longitud para no coartar su movimiento durante el tesado del tendón.

Una vez colocados los tendones, y antes de autorizar el hormigonado, el Director revisará tanto las armaduras como las vainas, anclajes y demás elementos ya dispuestos en su

posición definitiva. Comprobará si la posición de las armaduras concuerda con la indicada en los Planos y si sus sujeciones son las adecuadas para garantizar la invariabilidad de su posición durante el hormigonado.

En el intervalo de tiempo entre el hormigonado y la inyección de la vaina se tomarán las precauciones necesarias para evitar la entrada, a través de los anclajes, de agua o cualquier otro agente agresivo, capaz de ocasionar la corrosión del tendón o anclajes.

Una vez terminadas las operaciones de tesado y, en su caso, de retesado, y realizada la inyección de los conductos en que van alojadas las armaduras, todas las piezas que constituyen el anclaje deberán protegerse contra la corrosión, mediante hormigón, mortero, pintura u otro tipo de recubrimiento adecuado. Esta protección habrá de efectuarse lo más pronto posible y, en cualquier caso, antes de transcurrido un mes desde la terminación del tesado.

El plazo de un mes indicado para efectuar la protección definitiva de los anclajes, debe interpretarse como un máximo que conviene rebajar siempre que sea posible y, sobre todo, cuando la estructura se encuentra sometida a atmósferas muy agresivas. En el caso de que fuese imposible, por el plan de obra previsto, realizar la inyección y la consiguiente protección de anclajes en el plazo indicado, se asegurará una protección provisional de las armaduras por otro método eficaz, tal como la inyección de aceite soluble. Dicha protección provisional no debe obstaculizar su posible tesado posterior ni la inyección definitiva.

Si se han de cortar los extremos de las armaduras de un anclaje ya tesado, el corte se efectuará como mínimo a tres centímetros (3 cm) del anclaje, y esta operación no podrá hacerse hasta una vez endurecido el mortero de inyección, salvo que la espera pudiese condicionar el ritmo del proceso constructivo previsto.

## **601.5 DISTANCIAS ENTRE ARMADURAS Y RECUBRIMIENTOS**

### **601.5.1 Armaduras pretesas**

La distancia horizontal libre entre dos armaduras será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- Un centímetro (1 cm).
- El diámetro de la mayor.
- Doce décimas (1,2) del tamaño tal que el ochenta y cinco por ciento (85 %) en peso del árido total sea inferior a ese tamaño.

La distancia vertical libre entre dos armaduras será igual o superior al mayor de los dos valores siguientes:

- Un centímetro (1 cm).
- Setenta y cinco centésimas (0,75) del diámetro de la mayor.

Para diámetros de la armadura mayor, iguales o inferiores a tres milímetros (3 mm), los recubrimientos mínimos serán:

- Ocho milímetros (8 mm) para piezas en ambientes protegidos.
- Diez milímetros (10 mm) para piezas en ambientes no protegidos.
- Trece milímetros (13 mm) para piezas en ambientes agresivos.

Para diámetros superiores a tres milímetros (3 mm) los recubrimientos mínimos serán:

- Diez milímetros (10 mm) para piezas en ambientes protegidos.
- Doce milímetros (12 mm) para piezas en ambientes no protegidos.
- Quince milímetros (15 mm) para piezas en ambientes agresivos.

El recubrimiento mínimo de las armaduras pasivas transversales será de siete milímetros (7 mm).

En piezas expuestas a la acción de agentes muy corrosivos, así como en aquellas que deban satisfacer especiales exigencias de resistencia al fuego, se aumentarán los recubrimientos o se recurrirá a otras medidas de protección.

#### **601.5.2 Armaduras postesas**

Como norma general se admite la colocación en contacto de diversas vainas formando grupo, limitándose a dos en horizontal y a no más de cuatro en su conjunto. Para ello, las vainas deberán ser corrugadas y, a cada lado del conjunto, habrá de dejarse espacio suficiente para que pueda introducirse un vibrador.

Las distancias libres entre vainas o grupos de vainas en contacto, o entre estas vainas y las demás armaduras, deberán ser al menos iguales a:

- En dirección vertical: una vez la dimensión vertical de la vaina o grupo de vainas.
- En dirección horizontal: para vainas aisladas, una vez la dimensión horizontal de la vaina; para grupos de vainas en contacto, una vez y seis décimas (1,6 veces) la mayor de las dimensiones de las vainas individuales que forman el grupo.

En cuanto a recubrimientos, en el caso de estructuras situadas en ambientes no agresivos o poco agresivos, los valores mínimos serán por lo menos iguales al mayor de los límites siguientes:

En dirección vertical:

- Cuatro centímetros (4 cm).
- La dimensión horizontal de la vaina o grupos de vainas en contacto.

En dirección horizontal:

- Cuatro centímetros (4 cm).
- La mitad de la dimensión vertical de la vaina o grupo de vainas en contacto.
- La dimensión horizontal de la vaina o grupo de vainas en contacto.

En casos particulares, cuando existan atmósferas agresivas o especiales riesgos de incendio, estos recubrimientos deberán aumentarse convenientemente.

#### **601.6 TOLERANCIAS DE COLOCACION**

Salvo especificación en contrario dada en los Planos o en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la posición de los tendones en cualquier sección transversal del elemento podrá variar hasta un tres por ciento (3 %) de la dimensión de la pieza, paralela al desplazamiento del tendón, siempre que dicho valor no exceda de veinticinco milímetros (25 mm).

Pero si el citado desplazamiento no afecta al canto útil de la sección ni a la colocación del hormigón, la tolerancia anteriormente indicada podrá aumentarse al doble.

La tolerancia respecto a los recubrimientos y distancias entre armaduras activas será del veinte por ciento (20 %) de su valor teórico.

En caso necesario, los tendones o vainas podrán desplazarse, para evitar que interfieran unos con otros, siempre que ello no suponga una variación en su trazado superior a las tolerancias indicadas o a un diámetro del tendón o vaina. De proceder así se vigilará que no se produzcan bruscos cambios de curvatura en el trazado.

El trazado en obra de las armaduras activas no deberá presentar ondulaciones locales excesivas, estableciéndose a estos efectos una tolerancia de un centímetro (1 cm) en una longitud de un metro y medio (1,50 m).

## **601.7 TESADO**

### **601.7.1 Definición**

Se entiende por tesado el conjunto de operaciones necesarias para poner en tensión las armaduras activas.

### **601.7.2 Programa de tesado**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares incluirá un programa de tesado que defina el orden en que deben realizarse las operaciones de tesado en relación con el proceso constructivo y la magnitud de la carga a aplicar a cada una, detallando al menos:

- Las sucesivas etapas parciales de pretensado.
- Orden de tesado de los tendones en cada etapa.
- Resistencia del hormigón en cada etapa de tesado.
- Tensión de anclaje de cada tendón en cada fase.
- Alargamientos que deben obtenerse.

En los casos en que se modifique el proceso constructivo de la pieza o estructura, el Director deberá aprobar el nuevo proceso constructivo y preparar, de acuerdo con él, el correspondiente programa de tesado.

Caso de ser necesarias operaciones de retesado o destesado, deberán figurar también en el programa.

### **601.7.3 Operación de tesado**

El tesado no se iniciará sin autorización previa del Director, el cual comprobará que el hormigón ha alcanzado, por lo menos, una resistencia igual a la especificada como mínima para poder comenzar dicha operación.

Se comprobará escrupulosamente el estado del equipo de tesado, y se vigilará el cumplimiento de las especificaciones propias del sistema de pretensado. En particular se cuidará de que el gato apoye perpendicularmente y esté centrado sobre el anclaje.

Durante la operación de tesado deberán adoptarse las precauciones necesarias para evitar cualquier daño a personas.

Deberá prohibirse que, en las proximidades de la zona en que va a realizarse el tesado, exista más personal que el que haya de intervenir en el mismo. Por detrás de los gatos se colocarán protecciones resistentes y se prohibirá, durante el tesado, el paso entre dichas protecciones y el gato.

Se proscibirá el tesado cuando la temperatura sea inferior a dos grados centígrados (+ 2° C).

Para poder tomar lectura de los alargamientos, la carga de tesado se introducirá por escalones. Como mínimo serán necesarios los dos siguientes: un primer escalón, hasta alcanzar una carga de tesado igual al diez por ciento (10 %) de la máxima; obtenida esta carga, se harán en las armaduras las marcas necesarias para medir los alargamientos. Un segundo escalón en el que se llegará hasta la carga máxima.

Cuando la carga en el gato alcance el valor previsto para cada escalón, se medirá el alargamiento correspondiente, según se indica en el apartado 601.7.4.

Una vez alcanzada la carga prescrita en el programa de tesado se procederá al anclaje de las armaduras del tendón.

Si en el sistema de anclaje utilizado se produce penetración controlada de la cuña, será necesario medir el alargamiento final, una vez terminada dicha penetración.

Con objeto de reducir los rozamientos se podrán utilizar productos lubricantes siempre que no supongan peligro de corrosión para ningún elemento de los tendones, y que permitan un perfecto lavado posterior de los conductos y las armaduras activas para asegurar la correcta inyección.

#### **601.7.4 Control del tesado**

El control de la fuerza de pretensado introducida se realizará midiendo simultáneamente el esfuerzo ejercido por el gato y el alargamiento experimentado por la armadura.

El esfuerzo de tracción ejercido por el gato deberá ser igual al indicado en el programa de tesado, y los aparatos de medida utilizados deberán ser tales que permitan garantizar que la fuerza de pretensado introducida en las armaduras no difiere de la indicada en el referido programa de tesado en más del cinco por ciento (5 %).

La medida de los alargamientos podrá hacerse en el propio gato siempre que la sujeción de las armaduras al gato no presente riesgo de deslizamiento relativo entre ambos. En caso contrario los alargamientos se medirán respecto a marcas hechas en las propias armaduras. Estas medidas se harán con precisión no inferior al dos por ciento (2 %) del alargamiento total.

#### **601.7.5 Tolerancias**

Los alargamientos no podrán diferir de los previstos en el programa de tesado en más del cinco por ciento (5 %). Caso de superarse esta tolerancia, se examinarán las posibles causas de variación, tales como errores de lectura, de sección de las armaduras, de módulos de

elasticidad o de los coeficientes de rozamiento, rotura de algún elemento del tendón, tapones de mortero, etc, y se procederá a un retesado con nueva medición de los alargamientos.

Si durante el tesado se rompe uno o más alambres y la armadura del elemento está constituida por un gran número de ellos, podrá alcanzarse la fuerza total de pretensado necesaria aumentando la tensión en los restantes, siempre que para ello no sea preciso elevar la tensión en cada alambre individual en más de un cinco por ciento (5 %) del valor inicialmente previsto. La aplicación de tensiones superiores requiere un nuevo estudio, que deberá efectuarse basándose en las características mecánicas de los materiales realmente utilizados.

En todos estos casos será preciso realizar la correspondiente comprobación a rotura del elemento, teniendo en cuenta las nuevas condiciones en que se encuentra.

La pérdida total en la fuerza de pretensado, originada por la rotura de alambres irremplazables, no podrá exceder nunca de dos por ciento (2 %) de la fuerza total prevista de pretensado.

#### **601.8 MEDICION Y ABONO**

Las armaduras activas se medirán y abonarán por kilogramos (kg) colocados en obra, deducidos de los Planos, aplicando para cada tipo de acero los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de los Planos, medidas entre caras exteriores de las placas de anclaje.

Los anclajes activos y pasivos, empalmes y demás accesorios, así como las operaciones de tesado, la inyección y eventuales cánones y patentes de utilización, se considerarán incluidos en el precio de la armadura activa.

## 610 HORMIGONES

### 610.1 DEFINICION

Se definen como hormigones los productos formados por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia.

### 610.2 MATERIALES

#### 610.2.1 Cemento

Ver Artículo 202, «Cementos».

#### 610.2.2 Agua

Ver Artículo 280, «Agua a emplear en morteros y hormigones».

#### 610.2.3 Arido fino

Se entiende por árido fino, o arena, el árido o fracción del mismo que pasa por el tamiz 5 UNE. Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas, escorias siderúrgicas apropiadas u otros productos cuyo empleo esté debidamente justificado a juicio del Director de las obras.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o en caso de duda, deberá comprobarse que la cantidad de sustancias perjudiciales no excede de los límites siguientes:

	<b>Cantidad máxima en % del peso total de la muestra</b>
Terrones de arcilla, determinados con arreglo a la Norma UNE 7133 .....	1,00
Finos que pasan por el tamiz 0,080 UNE, determinados con arreglo a la Norma UNE 7135 .....	5,00
Material retenido por el tamiz 0,32 UNE y que flota en un líquido de peso específico 2,0, determinado con arreglo a la Norma UNE 7244 .....	0,50
Compuestos de azufre expresados en $SO_4^{=}$ y referidos al árido seco, determinados con arreglo a la Norma UNE 7245 .....	1,20

En el caso de áridos finos de machaqueo, y previa autorización del Director, el límite de cinco por ciento (5 %) para los finos que pasan por el tamiz 0,080 UNE podrá elevarse al siete por ciento (7 %).

El árido fino no presentará reactividad potencial con los álcalis del cemento. Realizado el análisis químico de la concentración  $\text{SiO}_2$  y de la reducción de la alcalinidad R, según la Norma UNE 7137, el árido será considerado como potencialmente reactivo si:

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 > R, & \quad \text{cuando } R \geq 70 \\ \text{SiO}_2 > 35 + 0,5 R, & \quad \text{cuando } R < 70 \end{aligned}$$

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido fino, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo a la Norma UNE 7243.

No se utilizarán aquellos áridos que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo a la Norma UNE 7082, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

Cuando así lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, deberá comprobarse también que el árido fino no presenta una pérdida de peso superior al diez (10) o al quince (15) por ciento al ser sometido a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico o sulfato magnésico, respectivamente, de acuerdo con la Norma UNE 7136.

#### 610.2.4 Arido grueso

Se entiende por árido grueso, o grava, el árido o fracción del mismo retenido por el tamiz 5 UNE. Como áridos para la fabricación de hormigones podrán emplearse gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas u otros productos cuyo empleo esté debidamente justificado, a juicio del Director.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o en caso de duda, deberá comprobarse que la cantidad de sustancias perjudiciales no excede de los límites siguientes:

	Cantidad máxima en % del peso total de la muestra
Terrones de arcilla, determinados con arreglo a la Norma UNE 7133 .....	0,25
Partículas blandas, determinadas con arreglo a la Norma UNE 7134 .....	5,00
Finos que pasan por el tamiz 0,080 UNE, determinados con arreglo a la Norma UNE 7135 .....	1,00
Material que flota en un líquido de peso específico 2,0, determinado con arreglo a la Norma UNE 7244 .....	1,00
Compuestos de azufre, expresados en $\text{SO}_4^{=}$ y referidos al árido seco, determinados con arreglo a la Norma UNE 7245 ...	1,20

El árido grueso no presentará reactividad potencial con los álcalis del cemento, lo cual se comprobará por idéntico procedimiento y con análogo criterio que en el caso del árido fino.

El coeficiente de forma del árido grueso, determinado con arreglo a la Norma UNE 7238, no deberá ser inferior a quince centésimas (0,15); en caso contrario, el empleo de ese árido vendrá supeditado a la realización de ensayos previos del hormigón en laboratorio.

Cuando así lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, deberá comprobarse también que el árido grueso no presenta una pérdida de peso superior al doce (12) o al dieciocho (18) por ciento al ser sometido a cinco (5) ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico o sulfato magnésico, respectivamente, de acuerdo con la Norma UNE 7136.

#### 610.2.5 Productos de adición

Ver Artículo 281, «Aireantes a emplear en hormigones».

Ver Artículo 282, «Cloruro cálcico».

Ver Artículo 283, «Plastificantes a emplear en hormigones».

Ver Artículo 284, «Colorantes a emplear en hormigones».

No se permitirá el empleo de adiciones a base de cloruro cálcico en el hormigón pretensado ni en la inyección utilizada para el relleno de vainas y conductos.

### 610. TIPOS DE HORMIGON

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia característica, determinada según las Normas UNE 7240 y UNE 7242, se establecen los tipos de hormigón que se indican en la Tabla 610.1.

TABLA 610.1

TIPO	RESISTENCIA CARACTERISTICA $f_{ck}$ kp/cm <sup>2</sup>
H 50	50
H 100	100
H 125	125
H 150	150
H 175	175
H 200	200
H 225	225
H 250	250
H 300	300
H 350	350
H 400	400
H 500	500

Los hormigones H 50 y H 100 solamente son aptos para obras de hormigón en masa. Para obras de hormigón pretensado, se empleará, como mínimo, H 250.

#### **610.4 DOSIFICACION DEL HORMIGON**

La dosificación de los diferentes materiales destinados a la fabricación del hormigón se hará siempre por peso; con la única excepción de los áridos en los hormigones H 50, H 100, H 125 y H 150, cuya dosificación se podrá hacer por volumen aparente con medidas de doble altura que lado. En dichos hormigones el cemento se podrá dosificar por sacos enteros, o medios sacos, si lo autoriza el Director. Si el volumen de hormigón a fabricar fuera inferior a quince metros cúbicos (15 m<sup>3</sup>), el Director podrá permitir la dosificación por volumen aparente, sea cual fuere el tipo de hormigón.

#### **610.5 ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCION DE LA FORMULA DE TRABAJO**

La puesta en obra del hormigón no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo; la cual será fijada por el Director, ajustándose al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y a la vista de las circunstancias que concurren en la obra. Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados, incluido el cemento, por los cedazos y tamices UNE 125, 100, 80, 40, 25, 20, 12,5, 10, 5, 2,5, 1,25, 0,63, 0,32, 0,16, y 0,080.
- Las dosificaciones de cemento, agua libre y eventualmente adiciones, por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón fresco.
- La consistencia del hormigón.

La fórmula de trabajo habrá de ser reconsiderada, si varía alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del árido grueso.
- El módulo de finura del árido fino en más de dos décimas (0,2).
- La naturaleza o proporción de adiciones.
- El método de puesta en obra.

La dosificación de cemento no rebasará los cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m<sup>3</sup>) de hormigón fresco. Cuando el hormigón haya de estar sometido a la intemperie, no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (250 kg/m<sup>3</sup>); y cuando el hormigón tenga que ponerse en obra bajo el agua, no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m<sup>3</sup>). Estas dosificaciones podrán ser modificadas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La consistencia de los hormigones frescos será la más seca compatible con los métodos de puesta en obra, compactación y acabado que se adopten.

Si la consistencia se mide según la Norma UNE 7103, los valores límites de los asentos correspondientes en el cono de Abrams y sus tolerancias serán los indicados en la Tabla 610.2.

TABLA 610.2

CONSISTENCIA	ASIENTO (cm)	TOLERANCIA (cm)
SECA	0 - 2	± 1
PLASTICA	3 - 5	± 2
BLANDA	6 - 9	{ hasta 7 cm ± 2 8 y 9 cm ± 3
FLUIDA	10 - 15	± 3
LIQUIDA	mayor de 15	—

La consistencia líquida sólo podrá usarse con autorización expresa del Director.

Si el Contratista no puede demostrar que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas, se realizarán los ensayos previos en laboratorio, consistentes en fabricar al menos cuatro (4) series de amasadas de hormigón tomando tres (3) probetas de cada serie. De los valores de ensayo obtenido se deducirá la resistencia media, que para tener en cuenta las distintas condiciones de obra y laboratorio, deberá superar el valor correspondiente de la Tabla 610.3.

TABLA 610.3

Condiciones previstas para la ejecución de la obra	Valor aproximado de la resistencia media $f_{cm}$ necesaria en laboratorio
Medias	$f_{cm} = 1,50 f_{ck} - 20 \text{ kp/cm}^2$
Buenas	$f_{cm} = 1,35 f_{ck} - 15 \text{ kp/cm}^2$
Muy buenas	$f_{cm} = 1,20 f_{ck} - 10 \text{ kp/cm}^2$

La clasificación de las condiciones previstas para la ejecución será realizada por el Director.

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o del Director, o en el caso de emplear hormigón preparado, antes del comienzo del hormigonado se realizarán los ensayos característicos, que se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de seis (6) amasadas diferentes de hormigón, fabricando tres (3) probetas por masa, que se conservarán y ensayarán según las Normas UNE 7240 y UNE 7242.

Con los resultados de las roturas se calculará el valor medio correspondiente a cada amasada, obteniéndose la serie de seis (6) resultados medios:

$$X_1 \leq X_2 \leq \dots \leq X_6$$

El ensayo característico se considerará favorable si:

$$X_1 + X_2 - X_3 \geq f_{ck}$$

en cuyo caso se aceptará la dosificación y proceso de ejecución correspondiente. En caso contrario se realizarán las correcciones oportunas, repitiéndose los ensayos hasta que se alcance un resultado satisfactorio.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director, señalará la relación máxima agua/cemento a la vista de las condiciones climáticas y del tipo de obra.

## **610.6 FABRICACION**

### **610.6.1 Preparación de los áridos**

Los áridos se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con el método de fabricación que se utilice, cumplir las exigencias granulométricas del árido combinado.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás, incluso por particiones estancas y resistentes, para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. Los acopios se constituirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas de material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

### **610.6.2 Equipo necesario**

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes, proporcionando un hormigón de aspecto y consistencia uniformes, dentro de las tolerancias establecidas.

#### **610.6.2.1 Hormigoneras**

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se hagan constar la capacidad y la velocidad, en revoluciones por minuto, recomendadas por el fabricante; las cuales nunca deberán sobrepasarse. La hormigonera estará equipada siempre con un dispositivo que permita medir el agua de amasadura con una exactitud superior al uno por ciento (1 %).

Las paletas de la hormigonera deberán estar en contacto con las paredes de la cuba, sin dejar huelgo apreciable. Por ello, si se utilizan hormigoneras cuyas paletas no sean solidarias con la cuba, será necesario comprobar periódicamente el estado de esas paletas; y proceder a su sustitución cuando, por el uso, se hayan desgastado sensiblemente.

### 610.6.2.2 Centrales de hormigonado

Los dispositivos para la dosificación por peso de los diferentes materiales deberán ser automáticos, con una exactitud superior al uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) para el cemento; y al dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) para los áridos; y se contrastarán, por lo menos, una vez cada treinta días (30 d).

### 610.6.2.3 Camiones hormigoneras y agitadores

Podrán ser de tipo cerrado, con tambor giratorio; o de tipo abierto, provistos de paletas. Ambos tipos podrán emplearse como mezcladores y/o agitadores. En cualquier caso, serán capaces de proporcionar mezclas uniformes, y de descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones; y estarán equipados con un cuentarrevoluciones. Previa autorización del Director, se podrán emplear cubas basculantes sin elementos agitadores.

Cumplirán lo prescrito en la vigente Instrucción para la Fabricación y Suministro de Hormigón Preparado.

### 610.6.3 Mezcla y amasadura

Excepto para hormigonado en tiempo frío, la temperatura del agua de amasadura no será superior a cuarenta grados centígrados ( $40^{\circ}\text{C}$ ).

Al fijar la cantidad de agua que debe añadirse al masijo, será imprescindible tener en cuenta la que contenga el árido fino y, eventualmente, los demás áridos.

Salvo indicación en contrario del Director, se cargará primero la hormigonera con una parte no superior a la mitad ( $1/2$ ) del agua requerida para el amasijo; a continuación, se añadirán simultáneamente el árido fino y el cemento; posteriormente, el árido grueso; completándose la dosificación de agua en un período de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte ( $1/3$ ) del período de amasado, contando a partir de la introducción del cemento y los áridos. Cuando se incorpore a la mezcla agua calentada, la cantidad de este líquido primeramente vertido en la cuba de la hormigonera no excederá de la cuarta parte ( $1/4$ ) de la dosis total.

Como norma general, los productos de adición, excepto los colorantes que suelen incorporarse directamente a los amasijos, se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de amasadura. Cuando la adición contenga cloruro cálcico, podrá añadirse en seco mezclada con los áridos, pero nunca en contacto con el cemento; no obstante, siempre será preferible agregarla en forma de disolución.

Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido. No se permitirá volver a amasar, en ningún caso, hormigones que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

Cuando la hormigonera haya estado parada más de treinta minutos (30 min), se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en ella. Asimismo, se limpiará perfectamente la hormigonera antes de comenzar la fabricación de hormigón con un nuevo tipo de cemento.

Salvo que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se señale explícitamente que la fabricación de la mezcla ha de hacerse por un sistema determinado, tal operación podrá realizarse por uno cualquiera de los procedimientos siguientes:

#### 610.6.3.1 Mezcla en central

La mezcla en central será obligatoria para los hormigones H 250 o superiores.

Tanto el árido fino como el árido grueso y el cemento, se pesarán automáticamente por separado.

Los productos de adición se añadirán a la mezcla utilizando un dosificador mecánico, que garantice la distribución uniforme del producto en el hormigón.

El período de amasado será el necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa. Su duración mínima se establecerá mediante las pruebas pertinentes y deberá ser aprobada por el Director.

#### 610.6.3.2 Mezcla en camiones

La velocidad de mezclado de los mezcladores de tambor giratorio será superior a cuatro revoluciones por minuto (4 rpm); y la velocidad de funcionamiento de las paletas de los mezcladores abiertos no será inferior a cuatro revoluciones por minuto (4 rpm), ni superior a dieciséis revoluciones por minuto (16 rpm).

La velocidad de agitación, para ambos tipos de mezclador, no será inferior a seis revoluciones por minuto (6 rpm).

La capacidad del mezclador será fijada por el fabricante del equipo; y el volumen de la mezcla en ningún caso será superior al sesenta por ciento (60 %) de dicha capacidad, si se utiliza como mezclador; ni superior al ochenta por ciento (80 %) de la misma capacidad, si se usa como elemento de transporte con agitación.

Las operaciones de mezclado en los mezcladores sobre camión comenzarán dentro de los treinta minutos (30 min) que sigan a la incorporación del cemento a los áridos.

La descarga del hormigón en obra deberá hacerse dentro de la hora y media (1,5 h) que siga a la carga del mezclador. Este período de tiempo deberá reducirse si la temperatura ambiente es elevada, o existen circunstancias que contribuyan a un fraguado rápido del hormigón. Por el contrario, el Director podrá autorizar su ampliación si se emplean productos retardadores de fraguado, en la cuantía que estime conveniente a la vista de los productos empleados. La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de una manera continua; y por lo tanto, los intervalos de entrega de amasijos destinados a obras iniciadas, no deberán ser tan amplios como para permitir un fraguado del hormigón colocado. En ningún caso excederán de los treinta minutos (30 min).

#### 610.6.3.3 Mezcla en hormigoneras

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central, salvo en la dosificación, que podrá no ser automática.

En tales casos, el Director transformará las cantidades correspondientes de la fórmula de trabajo a unidades volumétricas; y comprobará que existen los elementos de dosificación precisos para conseguir una mezcla de la calidad deseada. Los recipientes que se usen para dosificar serán de altura mayor del doble del lado; y sus enrasas corresponderán exactamente a los pesos de cada tipo de árido que han de verterse en cada amasijo.

#### 610.6.3.4 Mezcla a mano

La fabricación del hormigón a mano sólo se autorizará, excepcionalmente, en casos de reconocida emergencia, en hormigones de los tipos no superiores a H 150.

En tales casos, la mezcla se realizará sobre una plataforma impermeable, en la que se distribuirá el cemento sobre la arena, y se verterá el agua sobre el mortero anhidro apilado en forma de cráter. Preparado el mortero, se añadirá el árido grueso; revolviendo la masa hasta que adquiera un aspecto y color uniformes.

### 610.7 TRANSPORTE

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible, empleando métodos que impidan toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en la masa.

No deberá ser transportado un mismo amasijo en camiones o compartimentos diferentes. No se mezclarán masas frescas fabricadas con distintos tipos de cemento.

Al cargar los elementos de transporte no deben formarse con las masas montones cónicos de altura tal, que favorezca la segregación.

La máxima caída libre vertical de las masas, en cualquier punto de su recorrido, no excederá de un metro y medio (1,5 m); procurándose que la descarga del hormigón en la obra se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra podrá hacerse empleando camiones provistos de agitadores, o camiones sin elementos de agitación, que cumplan con la vigente Instrucción para la Fabricación y Suministro de Hormigón Preparado.

En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se cuidará especialmente de que no se produzca desecación de los amasijos durante el transporte. A tal fin, si éste dura más de treinta minutos (30 min), se adoptarán las medidas oportunas, tales como cubrir los camiones o amasar con agua enfriada, para conseguir una consistencia adecuada en obra sin necesidad de aumentar la cantidad de agua, o si se aumenta ésta, controlar que las características del hormigón en el momento del vertido sean las requeridas.

### 610.8 VERTIDO

En el caso de utilización de alguno de los medios que se reseñan a continuación, éstos deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Cintas transportadoras. En el caso de vertido directo se regulará su velocidad y se colocarán los planos y contraplanos de retenida que resulten necesarios para evitar la segregación del hormigón.
- Trompas de elefante. Su diámetro será por lo menos de veinticinco centímetros (25 cm), y los medios para sustentación tales que permitan un libre movimiento del extremo de descarga sobre la parte superior del hormigón, y faciliten que se pueda bajar rápidamente cuando sea necesario retardar o cortar su descarga.
- Cangilones de fondo movable. Su capacidad será, por lo menos, de un tercio de metro cúbico ( $1/3 \text{ m}^3$ ).

Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora (1 h) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. El Director podrá modificar este plazo si se emplean cementos o adiciones especiales; pudiéndole aumentar además cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura. En ningún caso se colocarán en obra amasijos que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro con cincuenta centímetros (1,5 m), quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro (1 m) dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón; salvo que el Director lo autorice, expresamente, en casos particulares.

El Director podrá autorizar la colocación neumática del hormigón, siempre que el extremo de la manguera no esté situado a más de tres metros (3 m) del punto de aplicación; que el volumen del hormigón lanzado en cada descarga sea superior a un quinto de metro cúbico (0,2 m<sup>3</sup>); que se elimine todo rebote excesivo del material; y que el chorro no se dirija directamente sobre las armaduras.

Cuando se vierta hormigón bajo el agua, se requerirá la previa aprobación del Director. En todo caso, para evitar la segregación, el hormigón se colocará cuidadosamente en una masa compacta y en su posición final, mediante trompas de elefante, cangilones cerrados de fondo móvil, o por otros medios aprobados por el Director, y no deberá removerse después de haber sido depositado. Se tendrá especial cuidado en mantener el agua quieta en el lugar de hormigonado, evitando toda clase de corrientes que puedan producir el deslavado de la mezcla. La colocación del hormigón se regulará de modo que se produzcan superficies aproximadamente horizontales.

Cuando se usen trompas de elefante, éstas se llenarán de forma que no se produzca el deslavado del hormigón. El extremo de descarga estará en todo momento sumergido por completo en el hormigón y el tubo final deberá contener masa suficiente para evitar la entrada de agua.

Cuando el hormigón se coloque por medio de cangilones de fondo móvil, éstos se bajarán gradual y cuidadosamente hasta que se apoyen sobre el terreno de cimentación o sobre el hormigón ya colocado. Luego se elevarán lentamente durante el recorrido de descarga, con el fin de mantener, en lo posible, el agua sin agitación en el punto de hormigonado y de evitar la segregación y deslavado de la mezcla.

En el caso de hormigón pretensado no se verterá el hormigón directamente sobre las vainas para evitar un desplazamiento de las mismas. Si se trata de hormigonar una dovela sobre un carro de avance o un tramo continuo sobre una cimbra autoportante, se seguirá un proceso de vertido tal que se coloque la mayor masa posible de hormigón fuera del contacto con el elemento anteriormente hormigonado, y de este modo se hayan producido la mayor parte de las deformaciones del carro o autocimbra en el momento en que se hormigone la junta.

En caso de que el hormigón se coloque por bombeo, el proyector de mezcla deberá ser ajustado convenientemente y, junto con la instalación, deberá ser sometido a la aprobación del Director.

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice con todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos; llenándolas en toda su altura; y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

En pilares, el hormigonado se efectuará de modo que su velocidad no sea superior a dos metros de altura por hora (2 m/h) y removiendo enérgicamente la masa, para que no quede aire aprisionado, y vaya asentado de modo uniforme. Cuando los pilares y elementos horizontales apoyados en ellos se ejecuten de un modo continuo, se dejarán transcurrir por lo menos dos horas (2 h) antes de proceder a construir los indicados elementos horizontales; a fin de que el hormigón de los pilares haya asentado definitivamente.

En el hormigonado de bóvedas por capas sucesivas o dovelas, deberán adoptarse precauciones especiales, con el fin de evitar esfuerzos secundarios.

En el hormigón ciclópeo se cuidará que el hormigón envuelva los mampuestos, quedando entre ellos separaciones superiores a tres (3) veces el tamaño máximo del árido empleado, sin contar mampuestos.

## 610.9 COMPACTACION

La compactación del hormigón se ejecutará en general mediante vibración, empleándose vibradores cuya frecuencia no sea inferior a seis mil (6.000) ciclos por minuto. En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se especificarán los casos y elementos en los cuales se permitirá la compactación por apisonado.

El espesor de las tongadas de hormigón, la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores, se fijarán por el Director a la vista del equipo previsto.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos lentamente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente humedecida.

Si se emplean vibradores sujetos a los encofrados, se cuidará especialmente la rigidez de los encofrados y los dispositivos de anclaje a ellos de los vibradores.

Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse verticalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s).

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Si se vierte hormigón en un elemento que se está vibrando, el vibrador no se introducirá a menos de metro y medio (1,5 m) del frente libre de la masa.

En ningún caso se emplearán los vibradores como elemento para repartir horizontalmente el hormigón.

Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

Antes de comenzarse el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

Si por alguna razón se averiase alguno de los vibradores, se reducirá el ritmo de hormigonado; si se averiasen todos, el Contratista procederá a una compactación por apisonado, en la zona indispensable para interrumpir el hormigonado en una junta adecuada. El hormigonado no se reanudará hasta que no se hayan reparado o sustituido los vibradores averiados.

El hormigón pretensado será siempre vibrado. Se pondrá el máximo cuidado en que los vibradores no toquen las vainas para evitar su desplazamiento o su rotura y consiguiente obstrucción. Durante el vertido y compactado del hormigón alrededor de los anclajes, deberá cuidarse de que la compactación sea eficaz, para que no se formen huecos ni coqueras y todos los elementos del anclaje queden bien recubiertos y protegidos.

## **610.10 HORMIGONADO EN CONDICIONES ESPECIALES**

### **610.10.1 Hormigonado en tiempo frío**

El hormigonado se suspenderá, como norma general, siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes, la temperatura ambiente puede descender por debajo de los cero grados centígrados (0° C). A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve horas (9 h) de la mañana, hora solar, sea inferior a cuatro grados centígrados (4° C), puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

Las temperaturas podrán rebajarse en tres grados centígrados (3° C) cuando se trate de elementos de gran masa; o cuando se proteja eficazmente la superficie del hormigón mediante sacos, paja u otros recubrimientos aislantes del frío, con espesor tal que pueda asegurarse que la acción de la helada no afectará al hormigón recién construido; y de forma que la temperatura de su superficie no baje de un grado centígrado bajo cero (-1° C).

Las prescripciones anteriores serán aplicables al caso en que se emplee cemento portland. Si se utiliza cemento siderúrgico o puzolánico, las temperaturas mencionadas deberán aumentarse en cinco grados centígrados (5° C); y, además, la temperatura de la superficie del hormigón no deberá bajar de cinco grados centígrados (5° C).

Con hormigones de cemento portland, los límites de temperatura fijados en los dos primeros párrafos de este apartado, podrán rebajarse en tres grados centígrados (3° C), si se utiliza una adición que contenga cloruro cálcico.

En los casos en que por absoluta necesidad, y previa autorización del Director, se hormigone a temperaturas inferiores a las anteriormente señaladas, se adoptarán las medidas necesarias para que el fraguado de las masas se realice sin dificultad, calentando los áridos y/o el agua, sin rebasar los sesenta grados centígrados (60° C). El cemento no se calentará en ningún caso, y se introducirán en la hormigonera primero el agua y los áridos, para que el cemento no esté en contacto con ellos a temperatura peligrosamente elevada.

Si no puede garantizarse la eficacia de las medidas adoptadas para evitar que la helada afecte al hormigón, se realizarán los ensayos necesarios para comprobar las resistencias alcanzadas; adoptándose, en su caso, las medidas que prescriba el Director.

#### **610.10.2 Hormigonado en tiempo caluroso**

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar una evaporación sensible del agua de amasado, tanto durante el transporte como durante la colocación del hormigón.

Una vez efectuada la colocación del hormigón, se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseeque.

Las medidas anteriores deben extremarse cuando simultáneamente se presenten altas temperaturas y viento seco. Si resultase imposible mantener húmeda la superficie del hormigón, se suspenderá el hormigonado.

En todo caso, se suspenderá el hormigonado si la temperatura ambiente es superior a cuarenta grados centígrados (40° C), salvo que se adopten las medidas oportunas y con autorización expresa del Director.

#### **610.10.3 Hormigonado en tiempo lluvioso**

Si se prevé la posibilidad de lluvia, el Contratista dispondrá toldos u otros medios que protejan el hormigón fresco. En otro caso, el hormigonado se suspenderá, como normal general, en caso de lluvia; adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco. Eventualmente, la continuación de los trabajos, en la forma que se proponga, deberá ser aprobada por el Director.

#### **610.10.4 Cambio del tipo de cemento**

Cuando se trate de poner en contacto masas de hormigón ejecutadas con diferentes tipos de cemento, se requerirá la previa aprobación escrita del Director, que indicará si es necesario tomar alguna precaución y en su caso el tratamiento a dar a la junta. Lo anterior es especialmente importante si la junta está atravesada por armaduras.

### **610.11 JUNTAS**

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción y/o dilatación. Las de dilatación deberán venir definidas en los Planos. Las de contracción y hormigonado se fijarán de acuerdo con el plan de obra y las condiciones climatológicas, pero siempre con antelación al hormigonado y previa aprobación del Director.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, y donde sus efectos sean menos perjudiciales. Si son muy tendidas se vigilará especialmente la segregación de la masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar el hormigonado, se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido suelto, y si hubiera sido encofrada se picará convenientemente. A continuación, y con la suficiente antelación al hormigonado, se cepillará y humedecerá la superficie del hormigón endurecido, saturándolo sin encharcarlo. A continuación se reanudará el hormigonado, cuidando especialmente la compactación en las proximidades de la junta.

En juntas especialmente importantes, puede frotarse a cepillo el hormigón endurecido con mortero del mismo hormigón que se emplee para la ejecución del elemento.

En elementos verticales, especialmente soportes, se retirará la capa superior de hormigón en unos centímetros de profundidad, antes de terminar el fraguado, para evitar los efectos del reflujo de la pasta segregada del árido grueso. En esta operación debe vigilarse que el árido grueso quede parcialmente visto, pero no desprendido de la masa del hormigón.

En el caso de hormigón pretensado, no se dejarán más juntas que las previstas expresamente en los Planos y solamente podrá interrumpirse el hormigonado cuando razones imprevistas lo hagan absolutamente preciso; en este caso, las juntas deberán resultar perpendiculares a la resultante del trazado de las armaduras activas. No podrá reanudarse el hormigonado sin el previo examen de la junta y autorización del Director, que fijará las disposiciones que estime necesarias sobre preparación de la misma.

#### **610.12 CURADO**

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá al hormigón a un proceso de curado, que se prolongará a lo largo del plazo que, al efecto, fije el Pliego de Prescripciones Técnicas o Particulares o, en su defecto, el Director, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas externas, como sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez endurecido el hormigón, se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos de alto poder de retención de humedad, durante (3 d) si el cemento empleado fuese portland, aumentándose este plazo por el Director, en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

Estos plazos, prescritos como mínimos, deberán aumentarse en un cincuenta por ciento (50 %) en tiempo seco, o cuando las superficies de las piezas hayan de estar en contacto con aguas o infiltraciones agresivas.

El curado por riego podrá sustituirse por la impermeabilización de la superficie, mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos especiales, siempre que tales métodos ofrezcan las garantías necesarias para evitar la falta de agua libre en el hormigón durante el primer período de endurecimiento.

En el caso de utilizar el calor como agente de curado para acelerar el endurecimiento, el Director deberá aprobar el procedimiento que se vaya a utilizar; de modo que la temperatura no sobrepase los setenta y cinco grados centígrados (75 °C), y que la velocidad de calentamiento y enfriamiento no exceda de veinte grados centígrados por hora (20° C/h). Este ciclo deberá ser ajustado experimentalmente de acuerdo con el tipo de cemento utilizado.

Cuando para el curado se utilicen productos filmógenos, las superficies del hormigón se recubrirán, por pulverización, con un producto que cumpla las condiciones estipuladas en el Artículo 285, «Productos filmógenos de curado», de este Pliego.

La aplicación del producto se efectuará tan pronto como haya quedado acabada la superficie, antes del primer endurecimiento del hormigón.

Al proceder al desencofrado, se recubrirán también por pulverización del producto de curado las superficies que hubieran permanecido ocultas.

Si el rigor de la temperatura lo requiere, el Director podrá exigir la colocación de protecciones suplementarias, que proporcionen el debido aislamiento térmico.

#### **610.13 TOLERANCIAS**

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que deben presentar los paramentos planos, medida respecto de una regla de dos metros (2 m) de longitud, aplicada en cualquier dirección, será la siguiente:

Superficies vistas: seis milímetros (6 mm).

Superficies ocultas: veinticinco milímetros (25 mm).

Las tolerancias en los paramentos curvos serán las mismas, pero se medirán respecto de un escantillón de dos metros (2 m), cuya curvatura sea la teórica.

#### **610.14 REPARACION DE DEFECTOS**

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser reparados, previa aprobación del Director, tan pronto como sea posible, saneando y limpiando las zonas defectuosas. En general, y con el fin de evitar el color más oscuro de las zonas reparadas, podrá emplearse para la ejecución del hormigón o mortero de reparación una mezcla adecuada del cemento empleado con cemento portland blanco.

Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riego no perjudique el acabado superficial de esas zonas.

#### **610.15 CONTROL DE CALIDAD**

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EH-73. Los niveles de control de calidad, de acuerdo con lo previsto en la citada Instrucción, serán los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la zona inferior derecha de cada Plano.

En el caso de hormigón pretensado no se admitirá el control a nivel reducido.

#### **610.16 MEDICION Y ABONO**

El hormigón se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá definir otras unidades, tales como metro (m) de viga, metro cuadrado ( $m^2$ ) de losa, etc, en cuyo caso el hormigón se medirá y abonará de acuerdo con dichas unidades.

El cemento, áridos, agua y adiciones, así como la fabricación y transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario, así como su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado.

El abono de las adiciones no previstas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y que hayan sido autorizadas por el Director, se hará por kilogramos (kg) utilizados en la fabricación del hormigón, medidos antes de su empleo.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar, enlucir y reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las toleradas o que presenten defectos.

## 611 MORTEROS DE CEMENTO

### 611.1 DEFINICION

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún producto de adición para mejorar alguna de sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobada por el Director de las obras.

### 611.2 MATERIALES

#### 611.2.1 Cemento

Ver Artículo 202, «Cementos».

#### 611.2.2 Agua

Ver Artículo 280, «Agua a emplear en morteros y hormigones».

#### 611.2.3 Productos de adición

Ver Artículo 281, «Aireantes a emplear en hormigones».

Ver Artículo 282, «Cloruro cálcico».

Ver Artículo 283, «Plastificantes a emplear en hormigones».

Ver Artículo 284, «Colorantes a emplear en hormigones».

#### 611.2.4 Arido fino

Ver apartado 610.2.3, Arido fino, del Artículo 610, «Hormigones».

### 611.3 TIPOS Y DOSIFICACIONES

Para su empleo en las distintas clases de obra, se establecen los siguientes tipos y dosificaciones de morteros de cemento portland:

M 250 para fábricas de ladrillo y mampostería: doscientos cincuenta kilogramos de cemento P-350 por metro cúbico de mortero (250 kg/m<sup>3</sup>).

M 450 para fábricas de ladrillo especiales y capas de asiento de piezas prefabricadas, adoquinados y bordillos: cuatrocientos cincuenta kilogramos de cemento P-350 por metro cúbico de mortero (450 kg/m<sup>3</sup>).

M 600 para enfoscados, enlucidos, corrido de cornisas e impostas: seiscientos kilogramos de cemento P-350 por metro cúbico de mortero (600 kg/m<sup>3</sup>).

M 700 para enfoscados exteriores: setecientos kilogramos de cemento P-350 por metro cúbico de mortero (700 kg/m<sup>3</sup>).

El Director podrá modificar la dosificación en más o en menos, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen.

#### **611.4 FABRICACION**

La mezcla del mortero podrá realizarse a mano o mecánicamente; en el primer caso se hará sobre un piso impermeable.

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose todo aquel que haya empezado a fraguar y el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco minutos (45 min) que sigan a su amasadura.

#### **611.5 LIMITACIONES DE EMPLEO**

Si es necesario poner en contacto el mortero con otros morteros y hormigones que difieran de él en la especie del cemento, se evitará la circulación de agua entre ellos; bien mediante una capa intermedia muy compacta de mortero fabricado con cualquiera de los dos cementos, bien esperando que el mortero u hormigón primeramente fabricado esté seco, o bien impermeabilizando superficialmente el mortero más reciente.

Se ejercerá especial vigilancia en el caso de hormigones con cementos siderúrgicos.

#### **611.6 MEDICION Y ABONO**

El mortero no será de abono directo, ya que se considera incluido en el precio de la unidad correspondiente, salvo que se defina como unidad independiente, en cuyo caso se medirá y abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente utilizados.

## **612 LECHADAS DE CEMENTO**

### **612.1 DEFINICION**

Se define la lechada de cemento, como la pasta muy fluida de cemento y agua, y eventualmente adiciones, utilizada principalmente para inyecciones de terrenos, cimientos, túneles, etc.

No se consideran incluidas en este Artículo las lechadas para relleno de conductos de hormigón pretensado.

### **612.2 MATERIALES**

Ver Artículo 202, «Cementos».

Ver Artículo 280, «Agua a emplear en morteros y hormigones».

### **612.3 COMPOSICION Y CARACTERISTICAS**

La proporción, en peso, del cemento y el agua podrá variar desde el uno por ocho (1/8) al uno por uno (1/1), de acuerdo con las características de la inyección y la presión de aplicación. En todo caso, la composición de la lechada deberá ser aprobada por el Director de las obras para cada uso.

### **612.4 EJECUCION**

El amasado se hará mecánicamente. La lechada carecerá de grumos y burbujas de aire, y para evitarlos se intercalarán filtros depuradores entre la mezcladora y la bomba de inyección.

### **612.5 MEDICION Y ABONO**

Las lechadas se medirán y abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente inyectados.

## **613 LECHADAS DE CEMENTO PARA INYECCION DE CONDUCTOS EN OBRAS DE HORMIGON PRETENSADO**

### **613.1 DEFINICION**

Se define como lechada, para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado, la mezcla de carácter coloidal de cemento, agua y, eventualmente, arena fina, y productos de adición, que se inyecta en los conductos de las armaduras activas para establecer la necesaria adherencia entre dichas armaduras y el hormigón, así como para protegerlas contra la corrosión.

### **613.2 MATERIALES**

El agua de amasado cumplirá las condiciones exigidas en el Artículo 280, «Agua a emplear en morteros y hormigones», del presente Pliego. En particular, no deberá contener sustancias perjudiciales para las armaduras activas o la propia lechada, ni más de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) de ión cloro por litro; no tendrá un pH inferior a siete (7), ni presentará trazas de hidratos de carbono.

El cemento será de tipo portland y designación P-350, y deberá ser aceptado por el Director de las obras, una vez comprobadas sus características en lo referente a exudación, fluidez y disminución de volumen.

La arena fina deberá estar exenta de impurezas y sustancias perjudiciales, tales como las que contengan iones ácidos, de finos que pasen por el tamiz 0,080 UNE, y de partículas laminares como las procedentes de mica o pizarra.

Los productos de adición deberán estar exentos de sustancias perjudiciales para las armaduras o la propia lechada, tales como cloruros, sulfuros o nitratos.

### **613.3 COMPOSICION DE LA MEZCLA**

La composición de la mezcla se establecerá experimentalmente y deberá ser aprobada por el Director.

Salvo indicación en contrario, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no se utilizará arena fina en la inyección de conductos de diámetro menor de quince centímetros (15 cm).

Los productos de adición podrán utilizarse si se demuestra, mediante los oportunos ensayos, que su empleo mejora las características de la lechada. Se dosificarán teniendo en cuenta las condiciones locales de temperatura y previa aprobación del Director.

#### **613.4 CARACTERISTICAS**

La lechada deberá tener la consistencia máxima compatible con la inyectabilidad. El valor de la fluidez, expresado por el tiempo que tarda en salir un litro (1 l) de lechada por el cono de Marsh, estará comprendido entre diecisiete (17) y veinticinco (25) segundos.

Los valores óptimos de la relación agua/cemento son los comprendidos entre treinta y seis y cuarenta y cuatro centésimas (0,36 y 0,44), no debiendo pasar de cincuenta centésimas (0,50).

El valor de la exudación, medido en probeta cilíndrica, herméticamente cerrada, de diez centímetros (10 cm) de diámetro y diez centímetros (10 cm) de altura, no será superior al dos por ciento (2 %) a las tres (3) horas, ni al cuatro por ciento (4 %), como máximo absoluto, y la propia lechada deberá reabsorber el agua exudada pasadas veinticuatro (24) horas.

La disminución de volumen o contracción, medida sobre la misma probeta, no será superior al dos por ciento (2 %).

En cuanto a la expansión eventual, que se presenta cuando se emplean aditivos destinados a tal fin, no podrá exceder del diez por ciento (10 %).

La resistencia a compresión de la pasta, determinada según los métodos prescritos para la pasta de cemento en el vigente Pliego de Condiciones Generales para la Recepción de Cementos, no será inferior a trescientos kilopondios por centímetro cuadrado (300 kp/cm<sup>2</sup>).

#### **613.5 FABRICACION**

La mezcla se preparará mecánicamente, con maquinaria apropiada, que deberá constar de dos tambores al menos: el primero, mezclador, en el que se realizará la mezcla íntima de componentes, y el segundo, agitador, donde se mantendrá la mezcla en agitación continua para evitar la segregación y sedimentación de la lechada antes de su inyección. Los tambores irán provistos de un tamiz 0,50 UNE, a través del cual habrá de pasar la lechada.

#### **613.6 EJECUCION DE LA INYECCION**

La inyección deberá llevarse a cabo lo antes posible después del tesado, no debiendo transcurrir entre la iniciación de éste y el principio de aquélla más de un mes, salvo si se ha previsto una adecuada protección provisional de las armaduras, o existe autorización expresa del Director. En ambientes agresivos, el plazo indicado deberá disminuirse convenientemente.

Antes de proceder a la inyección deberá limpiarse el conducto con aire a presión, observando si éste llega a salir por el extremo opuesto en forma continua y regular, o si, por el contrario, existe algún tapón en el conducto, capaz de impedir el paso de la inyección, en cuyo caso se tomarán las medidas oportunas para asegurar que el conducto quede correctamente inyectado.

Si se sospecha la posibilidad de existencia de hielo en los conductos, se inyectará agua caliente, pero nunca vapor, y a continuación aire a presión.

Si los conductos son de hormigón, se deberá inyectar agua para humedecer dicho hormigón e impedir que deseque la lechada inyectada, con el consiguiente riesgo de crear una obstrucción. Igualmente, si los tendones han sido lubricados o protegidos provisionalmente, deberá inyectarse agua hasta la eliminación del producto utilizado.

Las conexiones de las boquillas de inyección estarán limpias de hormigón o cualquier otro material, y serán herméticas, a fin de evitar posibles arrastres de aire.

Antes de iniciar la inyección deberán abrirse todos los tubos de purga.

No se inyectará si se temen heladas en un plazo de dos (2) días, ni cuando la temperatura de la pieza sea inferior a cinco grados centígrados ( $5^{\circ}\text{C}$ ); de no ser posible cumplir esta prescripción, se tomarán medidas tales como calentamiento del elemento o de la lechada, siempre que sean aprobadas por el Director.

No deberán transcurrir más de treinta (30) minutos desde el amasado hasta el comienzo de la inyección, a no ser que se utilicen retardadores.

La inyección deberá hacerse desde el anclaje más bajo o desde el tubo de purga inferior del conducto, con todos los tubos de purga restantes abiertos. A medida que la inyección vaya saliendo por los sucesivos tubos de purga más próximos al punto por donde se inyecta, se irán cerrando éstos, dejando previamente fluir por ellos la lechada hasta que tenga la misma consistencia que la que se inyecta y hayan cesado de salir burbujas de aire.

La lechada se inyectará a una presión comprendida entre tres y siete kilopondios por centímetro cuadrado (3 y 7  $\text{kp}/\text{cm}^2$ ), sin que se deban sobrepasar en ningún momento los diez kilopondios por centímetro cuadrado (10  $\text{kp}/\text{cm}^2$ ). La velocidad de avance, para conductos de diámetro inferior a diez centímetros (10 cm), estará comprendida entre seis y doce metros por minuto (6 y 12  $\text{m}/\text{min}$ ). La inyección de cada conducto se hará de forma continua e ininterrumpida, y con la uniformidad necesaria para impedir la segregación de la mezcla. Una vez efectuada la inyección, se mantendrá la presión en los conductos durante treinta segundos (30 s), como mínimo, y a continuación se cerrará la válvula o llave situada antes de la boquilla. En conductos muy largos o de gran sección útil, se intentará reinyectar antes de las dos horas (2 h), para eliminar la posible reducción de volumen de la mezcla y los posibles huecos situados en la parte superior de los conductos.

### **613.7 BOMBAS DE INYECCION**

Las bombas podrán ser accionadas por un motor individual o a mano. No se permite utilizar bombas de aire comprimido.

En el caso de conductos cortos, es aconsejable el empleo de bombas accionadas a mano. Para inyectar conductos largos, de unos veinticinco metros (25 m), deberán utilizarse bombas a motor.

En cualquier caso, la bomba deberá proporcionar una inyección continua e ininterrumpida, con pequeñas variaciones de presión.

La bomba deberá estar provista de un dispositivo de seguridad que evite las sobrepresiones que puedan producirse por atascos en el interior de los conductos. La alimentación deberá ser por gravedad y no por succión, ya que este último sistema tiende a introducir aire en la mezcla, lo que debe evitarse.

### **613.8 CONTROL DE LA INYECCION**

Se controlará la calidad y dosificación de los materiales que componen la lechada, para comprobar que se cumplen las prescripciones del presente Pliego.

El contenido de agua y la dosificación de los aditivos se comprobará al menos una vez al día. Si el aditivo se suministra en envases con indicación de su contenido en peso, se verificará un muestreo de dichos envases con el fin de garantizar una variación real mínima en la dosificación.

La lechada deberá controlarse antes de entrar en el conducto y a la salida del mismo, comprobándose, por una parte, las características de la mezcla, por lo menos una vez por cada serie de conductos a inyectar, homogéneos en longitud, disposición y forma, y, por otra parte, la diferencia entre los valores de la fluidez a la entrada y a la salida de los conductos, que deberá ser relativamente pequeña.

Durante la inyección, se controlarán las presiones del manómetro de la bomba, comprobando que los valores permanecen constantes; cualquier brusca variación en estos valores es indicativa de irregularidades en la inyección, bien por existencia de fugas o de obstrucciones.

En tiempo frío, se comprobarán las temperaturas durante las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes a la inyección.

En los casos en que exista duda sobre la calidad de la inyección realizada, el Director podrá exigir la realización de radiografías del conducto.

### **613.9 MEDICION Y ABONO**

Tanto la lechada o producto de inyección, como la operación de inyección de los conductos, no tendrán abono directo, considerándose incluidas en el precio unitario de las armaduras activas a emplear en hormigón pretensado.

## **614 VIGAS PREFABRICADAS DE HORMIGON ARMADO O PRETENSADO**

### **614.1 DEFINICION**

Se consideran como vigas prefabricadas de hormigón armado o pretensado, las que constituyen productos estándar ejecutados en instalaciones industriales fijas y que, por tanto, no son realizadas en obra.

### **614.2 CONDICIONES GENERALES**

Independientemente de lo que sigue, el Director de las obras podrá ordenar la toma de muestras de materiales para su ensayo, y la inspección de los procesos de fabricación, siempre que lo considere necesario.

### **614.3 ALMACENAMIENTO**

Las vigas se almacenarán en obra en su posición normal de trabajo, sobre apoyos de suficiente extensión y evitando el contacto con el terreno o con cualquier producto que las pueda manchar o deteriorar.

### **614.4 RECEPCION**

Las vigas no deben presentar rebabas que sean indicio de pérdidas graves de lechada, ni más de tres coqueras en una zona de diez decímetros cuadrados ( $0,1 \text{ m}^2$ ) de paramento, ni coquera alguna que deje vistas las armaduras.

Tampoco presentarán superficies deslavadas o aristas descantilladas, señales de discontinuidad en el hormigonado, o armaduras visibles.

Salvo autorización del Director, no se aceptarán vigas con fisuras de más de una décima de milímetro ( $0,1 \text{ mm}$ ) de ancho, o con fisuras de retracción de más de dos centímetros ( $2 \text{ cm}$ ) de longitud.

La comba lateral máxima, medida en forma de flecha horizontal, no será superior al quinientosavo ( $1/500$ ) de la longitud de la viga.

La contraflecha bajo la acción del peso propio, medida en la viga en condiciones normales de apoyo, no será superior al trescientosavo ( $1/300$ ) de la luz para vigas de hasta diez metros (10 m), y al quinientosavo ( $1/500$ ) para luces mayores.

El Director podrá ordenar la comprobación de las características mecánicas y, en particular, del módulo de flecha, momentos de fisuración y rotura y esfuerzo cortante de rotura, sobre un cierto número de vigas.

#### **614.5 MEDICION Y ABONO**

Las vigas prefabricadas de hormigón armado o pretensado, se medirán y abonarán por metros (m) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos.

## 615 RESINAS EPOXI

### 615.1 DEFINICION

Las resinas epoxi son productos obtenidos a partir del bisfenol A y la epiclohidrina, destinados a coladas, recubrimientos, estratificados, encapsulados, prensados, extrusionados, adhesivos y otras aplicaciones de consolidación de materiales.

### 615.2 MATERIALES

Las formulaciones epoxi se presentan en forma de dos componentes básicos: resina y endurecedor, a los que pueden incorporarse agentes modificadores tales como diluyentes, flexibilizadores, cargas y otros, que tienen por objeto modificar las propiedades físicas o químicas de dicha formulación, o abaratarla.

### 615.3 TIPO DE FORMULACION

En cada caso, se estudiará una formulación adecuada a las temperaturas que se prevean, tanto la ambiente como la de la superficie en que se realiza la aplicación.

El tipo de formulación a utilizar deberá ser aprobado previamente por el Director de las obras, y sus características deberán ser garantizadas por el fabricante.

En las utilizaciones en las que el espesor de la capa de resina aplicada sea superior a tres milímetros (3 mm), se utilizarán resinas de módulos de elasticidad relativamente bajos.

En el caso de grietas y fisuras, el tipo de formulación a utilizar será función de la abertura de la grieta y de su estado activo o estacionario. Las grietas activas se inyectarán con resina de curado rápido.

### 615.4 EJECUCION

#### 615.4.1 Preparación y limpieza de superficies

Antes de proceder a la aplicación de la formulación sobre una superficie, deberán eliminarse:

- La lechada superficial, de aproximadamente un milímetro (1 mm) de espesor, formada durante el vibrado del hormigón.
- Cualquier tipo de grasa o suciedad que pueda hacer, en el momento de la aplicación, el papel de un agente de desmoldeo; se incluyen aquí los agentes de curado, que son frecuentemente ácidos grasos o materiales resinosos.
- Los residuos de sales fundentes utilizadas en tratamientos invernales.

En las zonas en que sea muy acentuada la presencia de alguno de los contaminantes anteriormente descritos, se realizará una limpieza previa, para lo que se utilizarán preferentemente medios mecánicos. Cuando esto no sea posible, y previa autorización del Director, podrán usarse detergentes no iónicos y, en último caso, disolventes clorados o naftas de bajo punto de ebullición, tomándose las medidas de seguridad oportunas.

La limpieza definitiva se realizará mediante uno de los procedimientos que se enumeran a continuación en orden de efectividad: chorro de arena, abrasión profunda o corte, es-carificación mecánica y ataque por solución ácida.

En cualquiera de los tres procedimientos mecánicos indicados, el polvo desprendido debe ser totalmente eliminado, para lograr una perfecta adherencia, lo que se hará mediante un lavado cuidadoso con chorro de agua seguido de un secado por chorro de aire a presión, o mediante succión por vacío.

En los casos en que no pueda utilizarse ningún medio mecánico, se tratarán los sustratos mediante una solución ácida. La aplicación deberá ser hecha por personal especializado en su uso y bajo un control muy riguroso por parte del Director. La solución ácida se aplicará por igual a toda la superficie a tratar, debiéndose eliminar, mediante chorro de agua a presión, el residuo final. Siempre que exista sospecha de persistencia de una acidez residual, lo que se comprobará con un trozo de papel tornasol húmedo colocado sobre la superficie del hormigón, se efectuará un lavado con una solución diluida de amoníaco en agua, seguido de un nuevo tratamiento con chorro de agua a presión.

Los elementos metálicos que van a unirse a hormigones, se tratarán superficialmente mediante aplicación de chorro de arena si se trata de eliminar el óxido, o mediante disolventes que no contengan ión cloro si se trata de grasa. Las superficies se tratarán inmediatamente antes de la aplicación de la resina, para evitar una nueva oxidación.

Las superficies de aluminio deberán someterse a un tratamiento adicional, para aumentar su mojabilidad, mediante solución de ácido sulfúrico y dicromato de sodio.

#### **615.4.2 Almacenaje y preparación**

Los componentes de la formulación deberán almacenarse a la temperatura indicada por el fabricante, al menos doce horas (12 h) antes de su uso.

La mezcla se realizará mecánicamente, excepto para cantidades inferiores a un litro (1 l). El endurecedor se añadirá gradualmente a la resina durante el mezclado.

Antes de proceder a la mezcla de los componentes, deberá conocerse exactamente el período de fluidez, o «pot-life», de la mezcla, período durante el cual puede utilizarse una formulación, no debiendo mezclarse cantidades cuya aplicación requiera un intervalo de tiempo superior a dicho período. En general, no se mezclarán cantidades cuya aplicación dure más de una hora (1 h), ni cuyo volumen sea superior a seis litros (6 l). No se apurarán excesivamente los envases que contienen la formulación, para evitar el empleo de resina o endurecedor mal mezclados que se encuentren en las paredes de los mismos.

#### **615.4.3 Aplicación**

Antes de proceder a la aplicación de la formulación epoxi, se requerirá la aprobación del Director.

Como se indica en el apartado 615.3, la formulación será la adecuada a la temperatura, tanto del ambiente como la de la superficie en que se realiza la aplicación. Si las

temperaturas reales difieren de las previstas, se dispondrán los medios necesarios para conseguir estas temperaturas o se detendrá la ejecución de la obra.

En el caso de aplicación sobre superficies, ésta se efectuará mediante cepillo, brocha de pelo corto, espátula de acero o goma, o pistola de extrusionado. Se cuidará que la resina moje totalmente los sustratos. Si la formulación contiene gran proporción de filler y es, por tanto, muy viscosa, se realizará una imprimación previa mediante la misma formulación sin filler, para conseguir un mojado perfecto de las superficies.

En el caso de inyección de grietas y fisuras, no se aplicarán presiones superiores a siete kilopondios por centímetro cuadrado ( $7 \text{ kp/cm}^2$ ), a fin de evitar daños en la estructura, salvo que el Director autorice presiones superiores.

Las grietas deberán sellarse externamente antes de la inyección, y, en el caso de que traspase al otro lado, se sellarán ambos lados. Periódicamente, y con espaciamentos del orden de una vez y media la profundidad de la grieta, se deberán dejar unas aberturas en la superficie de sellado para permitir a través de ellas la inyección. Los tamaños de estas aberturas serán los impuestos por el tipo de equipo a utilizar.

La inyección deberá comenzar por la abertura más baja, manteniéndose hasta que aparezca la resina por la inmediata superior, pasando a inyectar en ese momento desde ésta. En el caso de que la cantidad de resina inyectada, sin aparecer por la abertura siguiente, sea considerada anormal, se detendrá la inyección estudiando las causas y comprobando el estado general de la zona inyectada.

#### **615.5 MEDICION Y ABONO**

Las formulaciones se medirán y abonarán por kilogramos (kg) realmente colocados en obra.

## 616 MORTEROS Y HORMIGONES EPOXI

### 616.1 DEFINICION

Se definen los morteros y hormigones epoxi como la mezcla de áridos inertes y una formulación epoxi.

### 616.2 MATERIALES

#### 616.2.1 Aridos

Ver apartados 610.2.3, «Arido fino», y 610.2.4, «Arido grueso», del Artículo 610, «Hormigones».

Los áridos deberán estar secos y limpios, y a la temperatura conveniente dentro del margen permitido para cada formulación. El tamaño máximo del árido no excederá de un tercio (1/3) de la profundidad media del hueco a rellenar, ni contendrá partículas que pasen por el tamiz 0,16 UNE. En hormigones no se utilizarán áridos de tamaño superior a veinticinco milímetros (25 mm).

#### 616.2.2 Formulación epoxi

Ver Artículo 615, «Resinas epoxi».

### 616.3 DOSIFICACION

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las obras indiquen otra cosa, la proporción en peso árido/resina, estará comprendida para morteros entre tres (3) y siete (7), y para hormigones entre tres (3) y doce (12).

La proporción podrá variar según la viscosidad de la resina, la temperatura y restantes condiciones en que se realice la mezcla.

### 616.4 FABRICACION

La mezcla podrá realizarse manual o mecánicamente. Primeramente se mezclarán los componentes de la resina, y a continuación se añadirá gradualmente el árido fino, en caso de morteros, o el árido fino, y a continuación el grueso, en caso de hormigones.

### 616.5 MEDICION Y ABONO

Salvo que estén incluidos en el precio de otra unidad, los morteros y hormigones epoxi se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos.

## **620 PRODUCTOS LAMINADOS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS**

### **620.1 DEFINICION**

Se definen como productos laminados los de acero de sección transversal constante, distintos según ésta, obtenidos por un proceso de laminación en caliente.

### **620.2 MATERIALES**

Los perfiles y chapas laminados serán de alguno de los aceros definidos en el Artículo 250, «Acero laminado para estructuras metálicas», y el Artículo 251, «Acero laminado resistente a la corrosión para estructuras metálicas».

En caso de emplear otro tipo de acero, deberá justificarse debidamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, señalando sus características mecánicas y la repercusión de las mismas sobre el comportamiento de la estructura.

### **620.3 MARCADO DE IDENTIFICACION**

Todo producto laminado longitudinal llevará las siglas de fábrica y las designaciones abreviadas del acero y del perfil marcados a intervalos, en relieve producido por los cilindros de laminación.

Cuando el acero utilizado no sea el comercial A42b, podrá sustituirse el marcado en relieve de su designación por el marcado de pintura.

Las chapas llevarán marcado un troquel o punzón en el centro de una de sus extremidades, de forma que puedan ser leídos en el sentido del laminado final, los caracteres que permitan identificar su procedencia y establecer su correspondencia con la colada y el certificado de ensayos o de recepción. Además, llevarán en la misma cara y en el centro de uno de los laterales, los siguientes datos de identificación, marcados a pintura:

- Los caracteres que lleva marcados a troquel o punzón.
- La designación abreviada del acero.
- Las dimensiones nominales.
- Las siglas o marca de la entidad receptora cuando se exija certificado de recepción.

En las chapas cortadas de bobina que lleguen al taller en paquetes, bastará que cada paquete lleve una etiqueta metálica o de otro material resistente con los datos de identificación anteriormente señalados, y además cada una de las chapas que lo componen deberá haber sido marcada con rodillo tampón en la línea de corte.

Para el marcado con pintura se utilizarán exclusivamente pinturas que aseguren la necesaria persistencia y fácil lectura.

#### **620.4 DIMENSIONES Y TOLERANCIAS**

Los productos laminados se ajustarán, en lo que se refiere a dimensiones y tolerancias, a las Normas UNE 36521-72, UNE 36522-72, UNE 36526-73, UNE 36527-73, UNE 36531-72, UNE 36532-72, UNE 36533-73, UNE 36553-72, UNE 36559-74, UNE 36560-73 y las correspondientes a los perfiles HEA y HEM.

#### **620.5 RECEPCION**

Con el certificado de garantía del fabricante podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción, a no ser que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares los imponga.

En caso de no estar previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el Director de las obras podrá, a la vista de los productos laminados suministrados, ordenar la toma de muestras y la ejecución de los ensayos que considere oportunos, con la finalidad de comprobar alguna de las características exigidas a dichos productos.

#### **620.6 ALMACENAMIENTO**

Los productos laminados para estructuras metálicas se almacenarán de forma que no estén expuestos a una oxidación directa, a la acción de atmósferas agresivas, ni se manchen de grasa, ligantes o aceites.

#### **620.7 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de los productos laminados se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

En acopios, los productos laminados se medirán por kilogramos (kg) realmente acopiados en obra.

## 621 ROBLONES

### 621.1 DEFINICION

Se definen como roblones, los remaches cuyas cabezas se forman en caliente.

Pueden ser de dos tipos, según la forma de la cabeza:

- Tipo E: Roblones de cabeza esférica.
- Tipo P: Roblones de cabeza plana.

### 621.2 DESIGNACION

Los roblones se designarán por la letra que hace referencia a la forma de la cabeza, seguida de los números que indican el diámetro de la caña y su longitud, separados por el signo x; seguirá el tipo de acero.

### 621.3 MATERIALES

Los roblones serán de acero, de las clases y con las características mecánicas especificadas en la Tabla 621.1.

TABLA 621.1

Clase de acero	Resistencia a tracción $\sigma_R$ kgf/mm <sup>2</sup>	Alargamiento de rotura $\delta$ Mínimo %	Resistencia a cortadura $\tau_R$ kgf/mm <sup>2</sup>	Tipo de acero de los productos a unir
A 34 b A 34 c	34 a 42	28	25 a 36	A 37 A 42
A 42 c	42 a 50	23	31 a 42	A 52

Estas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7010 y UNE 7246, con la modificación de que la longitud inicial entre puntos será:  $l_0 = 5,65 \sqrt{A_0}$ .

La composición química de estos aceros se ajustará a lo que prescribe la Norma UNE 36080-73.

## 621.4 FORMA Y DIMENSIONES

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la forma y dimensiones de los roblones, que, en general, deberán estar comprendidos dentro de los que se relacionan en las Tablas 621.2 y 621.3, y cumplir las tolerancias señaladas en las Tablas 621.4 y 621.5.

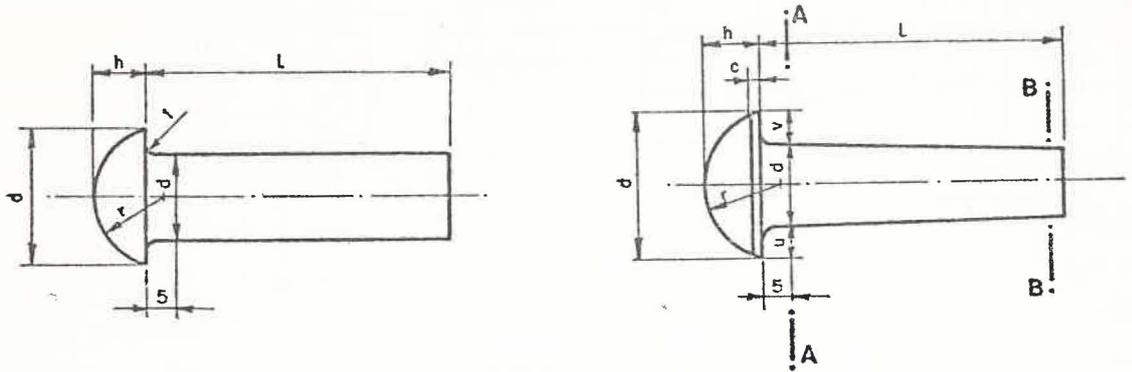


TABLA 621.2

DIMENSIONES DE LOS ROBLONES DE CABEZA ESFERICA

Designación del roblón	Diámetro de la caña d mm	Diámetro de la cabeza d <sub>1</sub> mm	Altura de la cabeza h mm	Radio de la esfera r mm	Radio del acuerdo r <sub>1</sub> mm	Diámetro del agujero a mm
E 10	10	16	6,5	8	0,5	11
E 12	12	19	7,5	9,5	0,6	13
E 14	14	22	9	11	0,6	15
E 16	16	25	10	13	0,8	17
E 18	18	28	11,5	14,5	0,8	19
E 20	20	32	13	16,5	1	21
E 22	22	36	14	18,5	1	23
E 24	24	40	16	20,5	1,2	25
E 27	27	43	17	22	1,2	28
E 30	30	43	19	24,5	1,6	31
E 33	33	53	21	27	1,6	34
E 36	36	58	23	30	2	37

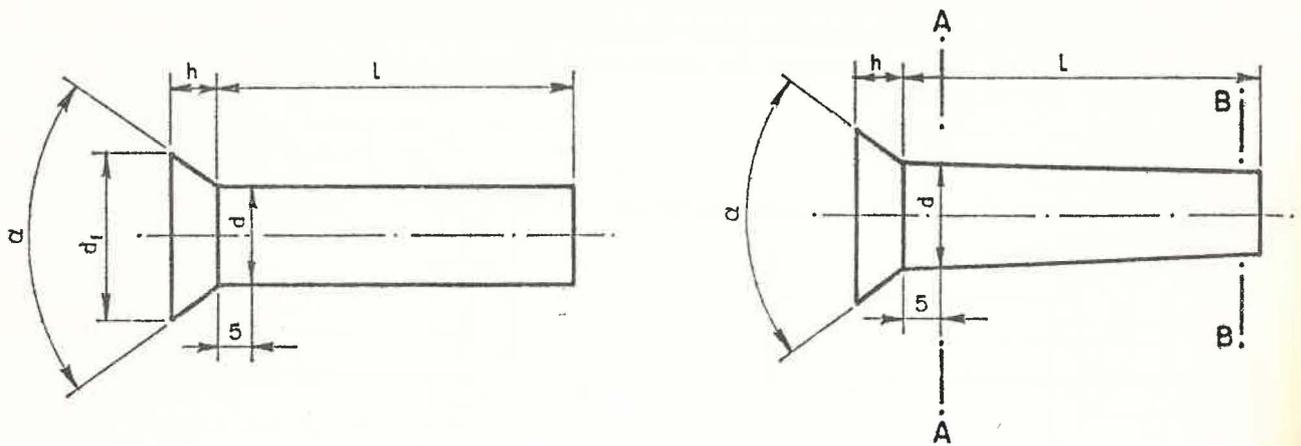


TABLA 621.3

DIMENSIONES DE LOS ROBLONES DE CABEZA PLANA

Designación del roblón	Diámetro de la caña d mm	Angulo del cono $\alpha$ grados	Diámetro de la cabeza d <sub>1</sub> mm	Altura de la cabeza h mm	Diámetro del agujero a mm
P 10	10	75°	14,5	3	11
P 12	12	75°	18	4	13
P 14	14	75°	21,5	5	15
P 16	16	75°	26	6,5	17
P 18	18	75°	30	8	19
P 20	20	60°	31,5	10	21
P 22	22	60°	34,5	11	23
P 24	24	60°	38	12	25
P 27	27	60°	42	13,5	28
P 30	30	45°	42,5	15	31
P 33	33	45°	46,5	16,5	34
P 36	36	45°	51	18	37

TABLA 621.4

TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE LOS ROBLONES DE CABEZA ESFERICA

Designación del roblón	Diámetro de la caña		Diámetro de la cabeza d, mm	Altura de la cabeza h mm	Parte cilíndrica de la cabeza c mm	Excentricidad de la cabeza u-v mm	Longitud de la caña L mm
	En la sección A A' mm	En la sección B B' mm					
E 10	+0,3 -0,1	+0,3 -0,6	+0 -1,1	+0,9 -0	2	0,5	Menor de 50 mm +2,0 % -0 %
E 12	+0,3 -0,1	+0,3 -0,7	+0 -1,3	+0,9 -0	2	0,5	
E 14	+0,3 -0,1	+0,3 -0,8	+0 -1,3	+0,9 -0	2	0,5	
E 16	+0,3 -0,1	+0,3 -0,8	+0 -1,3	+0,9 -0	2	0,5	
E 18	+0,3 -0,1	+0,3 -0,9	+0 -1,3	+1,1 -0	2,5	0,5	De 50 mm a 100 mm +1,5 % -0 %
E 20	+0,3 -0,1	+0,3 -1,1	+0 -1,6	+1,1 -0	2,5	1	
E 22	+0,3 -0,1	+0,3 -1,1	+0 -1,6	+1,1 -0	2,5	1	
E 24	±0,3	+0,3 -1,2	+0 -1,6	+1,1 -0	3	1	
E 27	±0,3	+0,3 -1,4	+0 -1,6	+1,3 -0	3	1	Mayor de 100 mm +1,0 % -0 %
E 30	±0,3	+0,3 -1,4	+0 -1,6	+1,3 -0	3	1	
E 33	±0,3	+0,3 -1,4	+0 -1,9	+1,3 -0	3	1,5	
E 36	±0,3	+0,3 -1,4	+0 -1,9	+1,3 -0	3	1,5	

TABLA 621.5

TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE LOS ROBLONES DE CABEZA PLANA

Designación del roblón	Diámetro de la caña		Angulo de la cabeza $\alpha$ grados	Altura de la cabeza h mm	Longitud de la caña L mm
	En sección A-A' mm	En sección B-B' mm			
P 10	+0,3 -0,1	+0,3 -0,6	+5° -0°	+0,8 -0	Menor de 50 mm +2,0 % -0 %
P 12	+0,3 -0,1	+0,3 -0,7	+5° -0°	+0,8 -0	
P 14	+0,3 -0,1	+0,3 -0,8	+5° -0°	+1,0 -0	
P 16	+0,3 -0,1	+0,3 -0,8	+5° -0°	+1,0 -0	
P 18	+0,3 -0,1	+0,3 -0,8	+5° -0°	+1,0 -0	De 50 mm a 100 mm +1,5 % -0 %
P 20	+0,3 -0,1	+0,3 -1,1	+5° -0°	+1,3 -0	
P 22	+0,3 -0,1	+0,3 -1,1	+5° -0°	+1,3 -0	
P 24	+0,3	+0,3 -1,2	+5° -0°	+1,3 -0	
P 27	+0,3	+0,3 -1,4	+5° -0°	+1,3 -0	Mayor de 100 mm +1,0 % -0 %
P 30	+0,3	+0,3 -1,4	+5° -0°	+1,5 -0	
P 33	+0,3	+0,3 -1,4	+5° -0°	+1,5 -0	
P 36	+0,3	+0,3 -1,4	+5° -0°	+1,5 -0	

### **621.5 RECEPCION**

Con el certificado de garantía del fabricante podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción, a no ser que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares los imponga.

En caso de no estar previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el Director de las obras podrá ordenar la realización de ensayos de resistencia a cortadura.

En todo caso, se comprobará que los roblones tienen las superficies lisas y no presentan fisuras, rebabas u otros defectos que perjudiquen su empleo, que la unión de la cabeza a la caña está exenta de pliegues y que la superficie de apoyo es normal al eje del roblón.

### **621.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de los roblones se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## 622 TORNILLOS ORDINARIOS Y CALIBRADOS

### 622.1 DEFINICION

Se definen como tornillos, los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión o para ejercer un esfuerzo de compresión.

Este Artículo comprende dos tipos de tornillos:

- Tipo T: Tornillos ordinarios.
- Tipo TC: Tornillos calibrados.

También comprende sus tuercas y arandelas.

### 622.2 DESIGNACION

Los tornillos ordinarios se designarán por la letra T, seguida del diámetro nominal de la caña y la longitud del vástago, separados por el signo X; seguirá el tipo de acero.

Los tornillos calibrados se designarán por las letras TC, seguidas del diámetro nominal de la caña y la longitud del vástago, separados por el signo X; seguirá el tipo de acero.

Las tuercas se designarán por la letra M, seguida del diámetro nominal y el tipo de acero.

En las arandelas se distinguen tres tipos, según los perfiles a unir:

- Tipo A: Arandelas planas.
- Tipo AI: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles IPN.
- Tipo AU: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles UPN.

Las arandelas se designarán por la letra o letras distintivas del tipo, seguida del diámetro nominal del tornillo con que se emplean y del tipo de acero.

### 622.3 MATERIALES

Las características del acero utilizado para la fabricación de los productos definidos en este Artículo, se especifican en la Tabla 622.1.

TABLA 622.1

**ACERO DE LOS TORNILLOS**

Tipo de tornillos	Tipo de acero de los productos a unir	Tipo de acero	Re mín.		R		A % mín.	HB (1)
			kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		
Ordinarios	A 37	A40t	24	235	40/55	390/540	25	120/165
	A 42							
Calibrados	A 37	A40t	24	235	40/55	390/540	25	120/165
	A 42							
	A 52	A50t	30	295	50/70	490/690	20	145/205

**ACEROS DE LAS TUERCAS Y ARANDELAS**

Ordinarios y calibrados	A 37	A40t	24	235	40/50	390/540	25	120/165
	A 42							
	A 52							

(1) El valor de la dureza es solamente orientativo.

Estas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7017, UNE 7262 y UNE 7282.

**622.4 DIMENSIONES Y TOLERANCIAS**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las características y dimensiones de los tornillos, que, en general, deberán estar comprendidas dentro de los que se relacionan en las Tablas 622.2 y 622.3, y cumplir las tolerancias señaladas en las Tablas 622.4 y 622.5.

Las características y dimensiones de las tuercas deberán estar comprendidas dentro de las que se relacionan en la Tabla 622.6.

Las características y dimensiones de las arandelas deberán estar comprendidas dentro de las que se relacionan en las Tablas 622.7, 622.8 y 622.9.

Las tolerancias de tuercas y arandelas serán las especificadas en la Tabla 622.10.

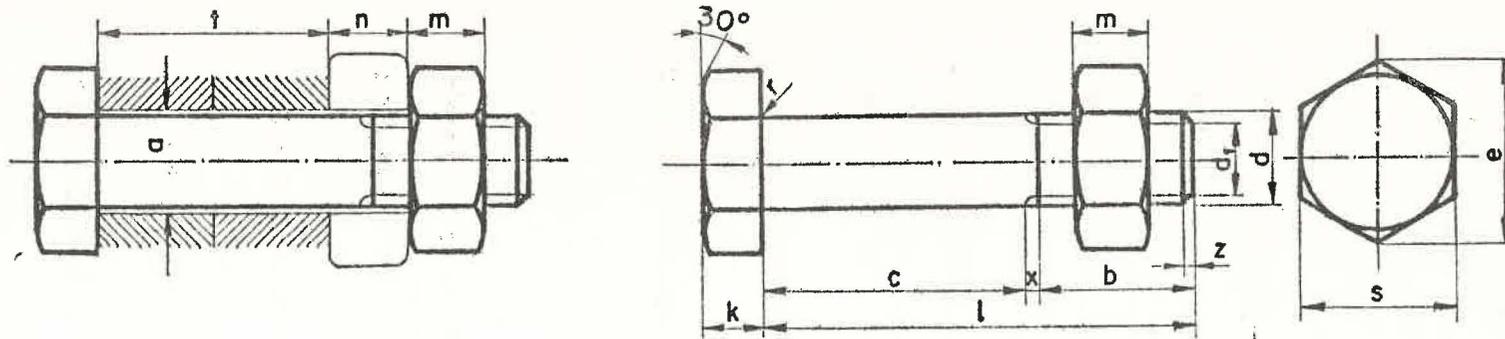


TABLA 622.2

**DIMENSIONES DE TORNILLOS ORDINARIOS**

Tornillo tipo	V A S T A G O					C A B E Z A				Diámetro del agujero a mm
	Diámetro de la caña d mm	Diámetro interior d <sub>i</sub> mm	Longitud roscada b mm	Longitud de la salida x mm	Longitud del chaflán z mm	Espesor k mm	Medida entre caras s mm	Medida entre aristas e mm	Radio del acuerdo r mm	
T 10	10	8,160	17,5	2,5	1,7	7	17	19,6	0,5	11
T 12	12	9,853	19,5	2,5	2	8	19	21,9	1	13
T 16	16	13,546	23	3	2,5	10	24	27,7	1	17
T 20	20	16,933	25	4	3	13	30	34,6	1	21
(T 22)	22	18,933	28	4	3,3	14	32	36,9	1	23
T 24	24	20,319	29,5	4,5	4	15	36	41,6	1	25
(T 27)	27	23,319	32,5	4,5	4	17	41	47,3	1	28
T 30	30	25,706	35	5	5	19	46	53,1	1	31
(T 33)	33	28,706	38	5	5	21	50	57,7	1	34
T 36	36	31,093	40	6	6	23	55	63,5	1	37

Se recomienda no utilizar los tornillos cuyo tipo figura entre paréntesis.

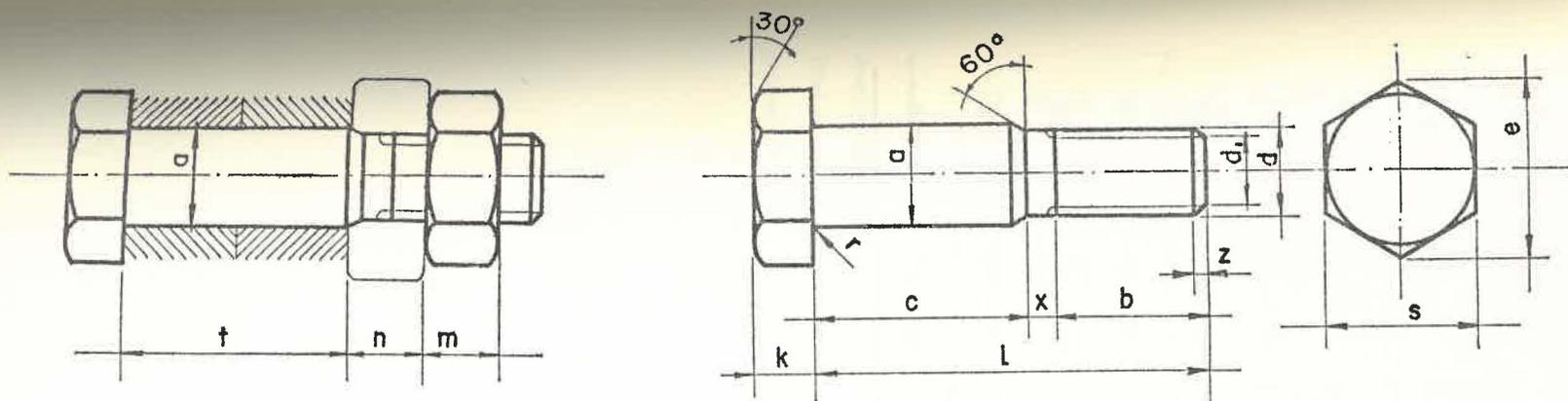


TABLA 622.3

DIMENSIONES DE TORNILLOS CALIBRADOS

Tornillo calibrado tipo	V A S T A G O					C A B E Z A				Area neta del núcleo An cm <sup>2</sup>	Area resistente Ar cm <sup>2</sup>
	Diámetro de la caña y del agujero a mm	Diámetro exterior de la rosca d mm	Diámetro interior de la rosca d <sub>i</sub> mm	Longitud roscada b mm	Longitud de la salida x mm	Espesor k mm	Medida entre caras s mm	Medida entre aristas e mm	Radio del acuerdo r mm		
TC 10	11	10	8,160	17,5	2,5	7	17	19,6	0,5	0,523	0,580
TC 12	13	12	9,853	19,5	2,5	8	19	21,9	1	0,762	0,843
TC 16	17	16	13,546	23	3	10	24	27,7	1	1,44	1,57
TC 20	21	20	16,933	26	4	13	30	34,5	1	2,25	2,75
TC 22	23	22	18,933	28	4	14	32	36,9	1	2,82	3,03
TC 24	25	24	20,319	29,5	4,5	15	36	41,6	1	3,24	3,53
TC 27	28	27	23,319	32,5	4,5	17	41	47,3	1	4,27	4,59
TC 30	31	30	25,706	35	5	19	46	53,1	1	5,19	5,61
TC 33	34	33	28,706	38	5	21	50	57,7	1	6,47	6,94
TC 36	39	36	31,093	40	6	23	55	63,5	1	7,59	8,17

TABLA 622.4

Tornillo ordinario tipo	T O L E R A N C I A S					Longitud del tornillo l mm	Tolerancia en la longitud mm
	Diámetro de la caña mm	Espesor de la cabeza mm	Medida entre caras mm	Longitud de rosca mm	Centrado de la cabeza con el vástago mm		
T 10	- 0,70	± 0,45	- 0,43	+ 2,30	0,58	30	± 1,05
T 12	- 0,70	± 0,45	- 0,52	+ 2,60	0,70	35 a 50	± 1,25
T 16	- 0,70	± 0,90	- 0,52	+ 3,00	0,70		
T 20	- 0,84	± 0,90	- 0,52	+ 3,70	0,84	55 a 80	± 1,50
T 22	- 0,84	± 0,90	- 1,00	+ 3,70	0,84	85 a 120	± 1,75
T 24	- 0,84	± 0,90	- 1,00	+ 4,50	0,84		
T 27	- 0,84	± 0,90	- 1,00	+ 4,50	0,84	125 a 180	± 2,00
T 30	- 0,84	± 1,05	- 1,00	+ 5,30	0,84	185 a 250	± 2,30
T 33	- 1,00	± 1,05	- 1,00	+ 5,30	1,00		
T 36	- 1,00	± 1,05	- 1,20	+ 6,00	1,00	255 a 315	± 2,60

Angulo recto entre el eje de la caña y la base de la cabeza, 2°.

Diedros rectos entre las caras y la base de la cabeza, 2°.

Inclinación entre el eje de la caña y el eje de la rosca, 1°.

TABLA 622.5

Tornillo calibrado tipo	T O L E R A N C I A S					Longitud del tornillo l mm	Tolerancia en la longitud mm
	Diámetro de la caña	Espesor de la cabeza	Medida entre caras	Longitud de rosca	Centrado de la cabeza con el vástago		
	mm	mm	mm	mm	mm		
TC 10	- 0,11	± 0,45	- 0,43	+ 2,30	0,58	30	± 1,05
TC 12	- 0,11	± 0,45	- 0,52	+ 2,60	0,70	35 a 50	± 1,25
TC 16	- 0,11	± 0,90	- 0,52	+ 3,00	0,70	55 a 80	± 1,50
TC 20	- 0,13	± 0,90	- 0,52	+ 3,70	0,84	85 a 120	± 1,50
TC 24	- 0,13	± 0,90	- 1,00	+ 4,50	0,84	125 a 180	± 2,00
TC 27	- 0,13	± 0,90	- 1,00	+ 4,50	0,84	185 a 250	± 2,30
TC 30	- 0,16	± 1,05	- 1,00	+ 5,30	0,84		
TC 33	- 0,16	± 1,05	- 1,00	+ 5,30	1,00		
TC 36	- 0,16	± 1,05	- 1,20	+ 6,00	1,00	255 a 315	± 2,60

Angulo recto entre el eje de la caña y la base de la cabeza, 2°.

Diedros rectos entre las caras y la base de la cabeza, 2°.

Inclinación entre el eje de la caña y el eje de la rosca, 1°.

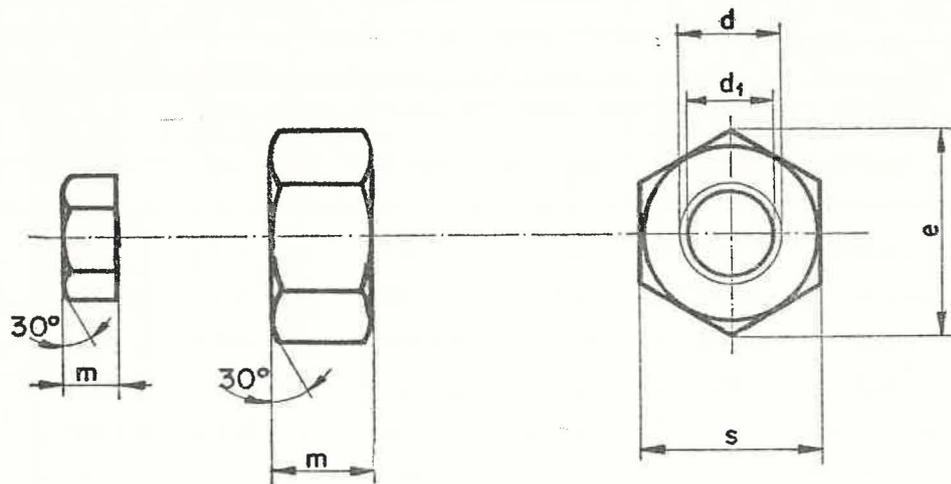


TABLA 622.6

Tuerca tipo	D I M E N S I O N E S				
	Díámetro nominal d mm	Díámetro interior d <sub>1</sub> mm	Espesor m mm	Medida entre aristas e mm	Medida entre caras s mm
M 10	10	8,376	8	19,6	17
M 12	12	10,106	10	21,9	19
M 16	16	13,835	13	27,7	24
M 20	20	17,294	16	34,6	30
M 22	22	19,294	18	36,9	32
M 24	24	20,725	19	41,6	36
M 27	27	23,725	22	47,3	41
M 30	30	26,211	24	53,1	46
M 33	33	29,211	26	57,7	50
M 36	36	31,670	29	63,5	55

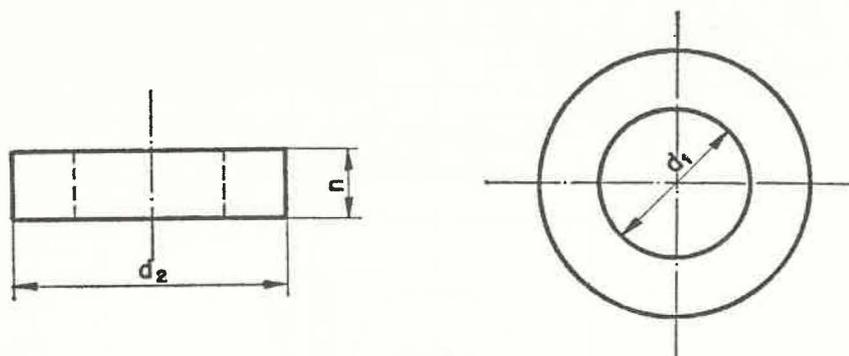


TABLA 622.7

Arandela tipo	D I M E N S I O N E S		
	Diámetro del agujero $d_1$ mm	Diámetro exterior $d_2$ mm	Espesor $n$ mm
A 10	11,5	21	8
A 12	13,5	24	8
A 16	17,5	30	8
A 20	21,5	36	8
A 22	24	40	8
A 24	26	44	8
A 27	29	50	8
A 30	32	56	8
A 33	35	60	8
A 36	38	68	8

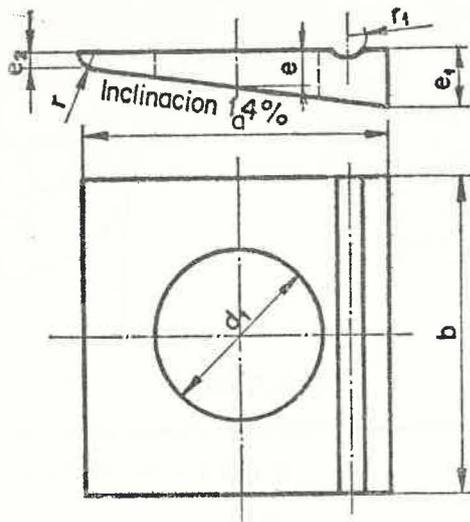


TABLA 622.8

Arandela tipo	Diámetro del agujero $d_1$ mm	Lado $a$ mm	Testa $b$ mm	Espesor			Radio $r$ mm
				$e_1$ mm	$e$ mm	$e_2$ mm	
AI 10	11,5	22	22	4,6	3	1,5	1,2
AI 12	13,5	30	26	6,2	4	2	1,6
AI 16	17,5	36	32	7,5	5	2,5	2
AI 20	21,5	44	40	9	6	3	2,4
AI 22	24	50	44	10	6,5	3	2,4
AI 24	26	56	56	10,8	7	3	2,4
AI 27	29	62	56	11,7	7,5	3	2,4
AI 30	32	62	62	11,7	7,5	3	2,4
AI 33	35	68	68	12,5	8	3	2,4
AI 36	38	75	75	13,5	8	3	2,4

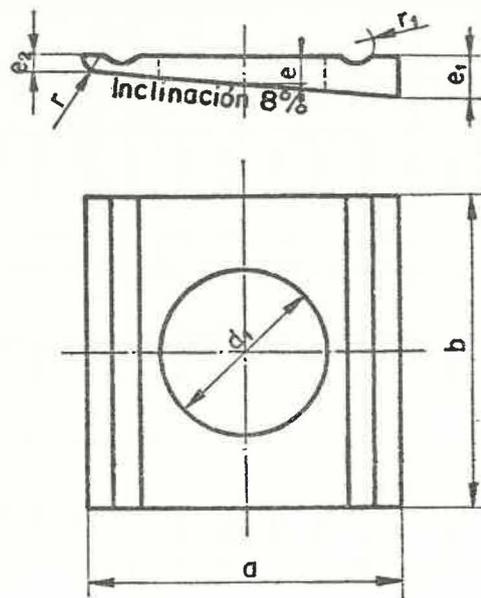


TABLA 622.9

Arandela tipo	Diámetro del agujero $d_1$ mm	Lado a mm	Testa b mm	Espesor			Radio r mm
				$e_1$ mm	e mm	$e_2$ mm	
AU 10	11,5	22	22	3,8	3	2	1,6
AU 12	13,5	30	26	4,9	4	2,5	2
AU 16	17,5	36	32	5,9	4,5	3	2,4
AU 20	21,5	44	40	7	5	3,5	2,8
AU 22	24	50	44	8	6	4	3,2
AU 24	26	56	56	8,5	6	4	3,2
AU 27	29	62	56	9	6,5	4	3,2
AU 30	32	62	62	9	6,5	4	3,2
AU 33	35	68	68	9,4	7	4	3,2
AU 36	38	75	75	10	7	4	3,2

TABLA 622.10

Diámetro nominal del tornillo	T O L E R A N C I A S								
	En tuercas		En arandelas tipo A		En arandelas tipo AI y tipo AU				
	Espesor mm	Medida entre caras mm	Diámetro del agujero mm	Diámetro exterior mm	Diámetro del agujero mm	Lado mm	Testa mm	Espesor (e <sub>2</sub> )	
								Tipo AI mm	Tipo AU mm
10	± 0,40	- 0,43	+ 0,4	- 0,5	+ 0,5	± 0,65	± 2	± 0,2	± 0,2
12	± 0,50	- 0,52	+ 0,4	- 0,5	+ 0,5	± 0,65	± 2	± 0,2	± 0,2
16	± 0,65	- 0,52	+ 0,5	- 0,5	+ 0,5	± 0,80	± 2,5	± 0,2	± 0,3
20	± 0,80	- 0,52	+ 0,5	- 0,8	+ 0,6	± 0,80	± 2,5	± 0,3	± 0,3
22	± 0,90	- 1,00	+ 0,5	- 0,8	+ 0,6	± 0,80	± 2,5	± 0,3	± 0,3
24	± 0,95	- 1,00	+ 0,5	- 0,8	+ 0,6	± 0,80	± 3	± 0,3	± 0,3
27	± 1,10	- 1,00	+ 0,5	- 0,8	+ 0,6	± 0,95	± 3	± 0,3	± 0,3
30	± 1,20	- 1,00	+ 0,6	- 1	+ 0,8	± 0,95	± 3	± 0,3	± 0,3
33	± 1,30	- 1,00	+ 0,6	- 1	+ 0,8	± 0,95	± 3	± 0,3	± 0,3
36	± 1,45	- 1,20	+ 0,6	- 1	+ 0,8	± 0,95	± 3	± 0,3	± 0,3
Todos	Ortogonalidad entre base y eje de la rosca = 2° caras y bases = 2°		Espesor ± 1 mm Paralelismo (n <sub>1</sub> -n <sub>2</sub> ) 0,3 mm		Inclinación de caras: ± 0,5 %				

## **622.5 RECEPCION**

Con el certificado de garantía del fabricante podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción, a no ser que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares los imponga.

En caso de no estar previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el Director de las obras podrá ordenar la toma de muestras y la realización de los ensayos que considere oportunos.

Las piezas se suministrarán en envases adecuados, suficientemente protegidos para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las mismas.

Cada envase contendrá solamente tornillos, tuercas o arandelas de un mismo tipo, longitud y tipo de acero.

Cada envase llevará una etiqueta indicando:

- Marca del fabricante.
- Designación del tornillo, tuerca o arandela.
- Tipo de acero.
- Número de piezas que contiene.

Los tornillos llevarán marcado en su cabeza, en relieve o en hueco, los números 40 ó 50, según se trate de aceros A 40t o A 50t, respectivamente, y la marca de identificación del fabricante.

## **622.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de los tornillos, tuercas y arandelas, se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## 623 TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

### 623.1 DEFINICION

Se definen como tornillos, los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión o para ejercer un esfuerzo de compresión.

Este Artículo comprende los tornillos de alta resistencia, así como sus tuercas y arandelas.

### 623.2 DESIGNACION

Los tornillos de alta resistencia se designarán por las letras TR, seguidas del diámetro de la caña y la longitud del vástago, separados por el signo ×; seguirá el tipo de acero.

Las tuercas se designarán con las letras MR, el diámetro nominal y el tipo del acero.

En las arandelas se distinguen tres tipos, según los perfiles a unir:

- Tipo AR: Arandelas planas.
- Tipo ARI: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles IPN.
- Tipo ARU: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles UPN.

Las arandelas se designarán por las letras que distinguen su tipo, seguidas del diámetro nominal del tornillo con que se emplean.

### 623.3 MATERIALES

Las características del acero utilizado para la fabricación de los tornillos y tuercas definidos en este Artículo se especifican en la Tabla 623.1.

Para arandelas se utilizará un acero templado en agua o en aceite y revenido. La resistencia a la tracción después del tratamiento no será inferior a cien kilogramos fuerza por milímetro cuadrado ( $100 \text{ kgf/mm}^2$ ), el límite elástico convencional a ochenta kilogramos fuerza por milímetro cuadrado ( $80 \text{ kgf/mm}^2$ ), y el alargamiento al seis por ciento (6%). La dureza Brinell, como valor indicativo, estará comprendida entre doscientos setenta y trescientos cincuenta (270 a 350 HB).

Estas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7017, UNE 7262, UNE 7282 y UNE 7290.

#### 623.4 DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las características y dimensiones de los tornillos, que, en general, deberán estar comprendidos dentro de los que se relacionan en la Tabla 623.2, con las tolerancias que se fijan en la Tabla 623.3. Las longitudes de apretadura serán las que se especifican en la Tabla 623.4.

Las características y dimensiones de las tuercas deberán estar comprendidas dentro de las que se relacionan en la Tabla 623.5, con las tolerancias indicadas en la Tabla 623.6.

Las características y dimensiones de las arandelas deberán estar comprendidas dentro de las que se relacionan en las Tablas 623.7, 623.8 y 623.9, con las tolerancias que se indican en las Tablas 623.10 y 623.11.

TABLA 623.1

Aceros para	Designación	R <sub>p</sub> 0,2 mín.		R		A % mín.	Resiliencia		Composición química (2)			
		kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		kgf/cm <sup>2</sup>	J	Dureza HB (1)	C %	P % máx.	S % máx.
Tuercas	A 80 t	64	615	80/100	780/980	12	7	137	235/295	0,30/0,50	0,045	0,045
Tornillos	A 100 t	80	920	100/120	980/1080	8	5	98	295/350	0,50 máx.	0,035	0,035

(1) A título orientativo.

(2) Para el acero A 100 t: Cr + Ni + Mo = 0,90 % mín.

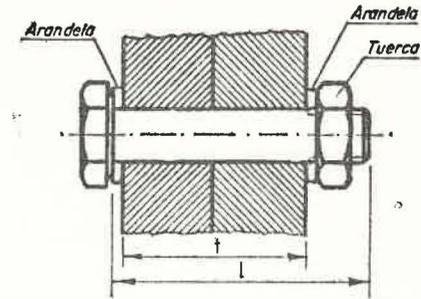
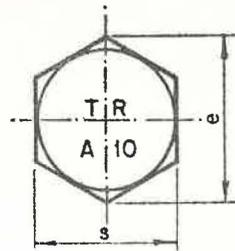
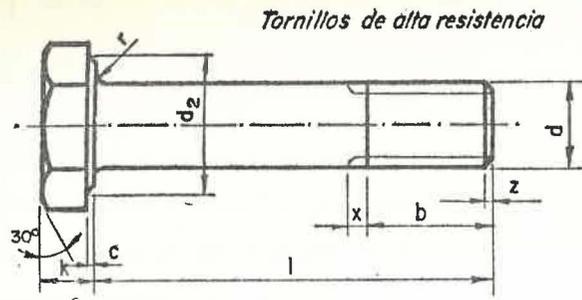


TABLA 623.2

Tornillo	Diámetro de la caña  d mm	V A S T A G O					C A B E Z A					Diámetro máximo del agujero  a mm
		Longitud roscada b en función de la longitud total				Longitud de la salida  X mm	Espesor  k mm	Medida entre las caras  s mm	Medida entre aristas  e mm	Diámetro exterior de la base de la cabeza  d mm	Radio del acuerdo  r mm	
		l mm	b mm	l mm	b mm							
TR 12	12	≤ 40	21	≥ 45	23	2,5	8	22	25,4	20	1,6	14
TR 16	16	≤ 70	26	≥ 75	28	3	10	27	31,2	25	1,6	18
TR 20	20	≤ 85	31	≥ 90	33	4	13	32	36,9	30	2	22
TR 22	22	≤ 85	32	≥ 90	34	4	14	36	41,6	34	2	24
TR 24	24	≤ 85	34	≥ 90	37	4,5	15	41	47,3	39	2	26
TR 27	27	≤ 95	37	≥ 100	39	4,5	17	46	53,1	43,5	2,5	29

TABLA 623.3

Tornillo	T O L E R A N C I A S						Longitud del tornillo l mm	Tolerancia en la longitud mm
	Diámetro de la caña mm	Espesor de la cabeza mm	Medidas entre caras mm	Radio del acuerdo mm	Longitud de la rosca mm	Centrado de la cabeza con el vástago		
TR 12	- 0,70	± 0,45	- 0,52	- 0,40	+ 2,6	0,70	30 a 50	± 1,2
TR 16	- 0,70	± 0,45	- 0,52	- 0,40	+ 3,0	0,70		
TR 20	- 0,84	± 0,90	- 1,00	- 0,50	+ 3,7	0,84	55 a 80	± 1,5
TR 22	- 0,84	± 0,90	- 1,00	- 0,50	+ 3,7	0,84	65 a 120	± 1,7
TR 24	- 0,84	± 0,90	- 1,00	- 0,50	+ 4,5	0,84		
TR 27	- 0,84	± 0,90	- 1,00	- 0,50	+ 4,5	0,84	125 a 160	± 2,0

Angulo recto entre el eje de la caña y la base de la cabeza, 2°.

Diedros rectos entre las caras y la base de la cabeza, 2°.

Inclinación entre el eje de la caña y el eje de la rosca, 1°.

TABLA 623.4

Longitud del vástago l mm	LÍMITES DE LA LONGITUD DE APRETADURA t EN mm, DE LOS TORNILLOS					
	TR 12	TR 16	TR 20	TR 22	TR 24	TR 27
30	6-10					
35	11-14					
40	15-19	10-14				
45	20-24	15-19				
50	25-29	20-23	15-19			
55	30-34	24-28	20-24	19-23		
60	35-38	29-33	25-29	24-28	22-26	
65	39-43	34-38	30-34	29-33	27-31	
70	44-48	39-43	35-39	34-37	32-36	27-31
75		44-48	40-44	38-42	37-41	32-36
80		49-52	45-49	43-47	42-46	37-41
85		53-57	50-53	48-52	47-50	42-46
90		58-62	54-58	53-57	51-55	47-51
95		63-67	59-63	58-62	56-60	52-56
100		68-72	64-68	63-67	61-65	57-61
105		73-77	69-73	68-72	66-70	62-66
110			74-78	73-77	71-75	67-71
115			79-83	78-82	76-80	72-76
120			84-88	83-86	81-85	77-80
125			89-92	87-91	86-89	81-85
130			93-97	92-96	90-94	86-90
135					95-99	91-95
140					100-104	96-100
145					105-109	101-105
150					110-114	106-110
155						111-115
160						116-120

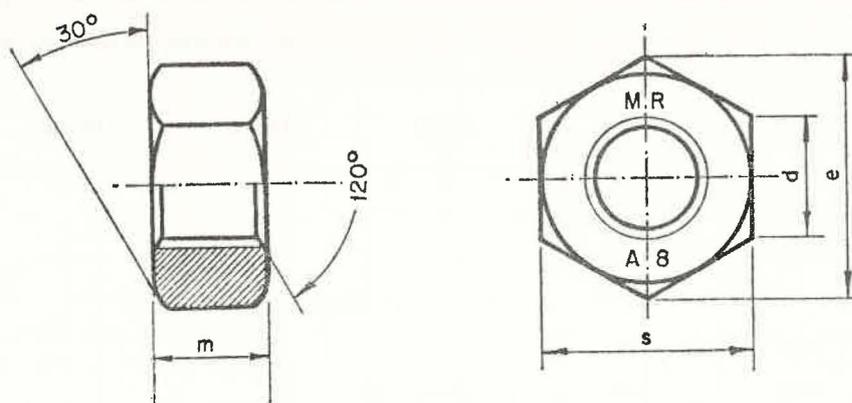


TABLA 623.5

Tuerca	D I M E N S I O N E S				
	Díámetro nominal d mm	Díámetro de la cara de apoyo $d_a$ mm	Espesor m mm	Medidas entre aristas $e \approx$ mm	Medidas entre caras s mm
MR 12	12	20	10	25,4	22
MR 16	16	25	13	31,2	27
MR 20	20	30	16	36,9	32
MR 22	22	34	18	41,8	36
MR 24	24	39	19	47,3	41
MR 27	27	43,5	22	53,1	46

TABLA 623.6

Tuerca	TOLERANCIAS	
	Espesor mm	Medidas entre caras mm
MR 12	- 0,53	- 0,52
MR 16	- 0,70	- 0,52
MR 20	- 0,70	- 1,00
MR 22	- 0,70	- 1,00
MR 24	- 0,84	- 1,00
MR 27	- 0,84	- 1,00

Tornillos de alta resistencia

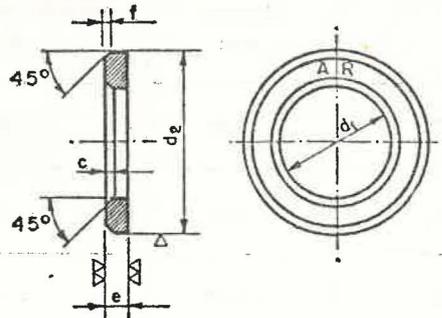


TABLA 623.7

Arandela	DIMENSIONES				
	Diámetro interior $d_1$ mm	Diámetro exterior $d_2$ mm	Espesor $s$ mm	Profundidad del bisel interior $c$ mm	Profundidad del bisel exterior $f$ mm
AR 12	13	24	3	1,6	0,5
AR 16	17	30	4	1,6	1,0
AR 20	21	36	4	1,6	1,0
AR 22	23	40	4	2,0	1,0
AR 24	25	44	4	2,0	1,0
AR 27	28	50	5	2,5	1,0

*Tornillos de alta resistencia*

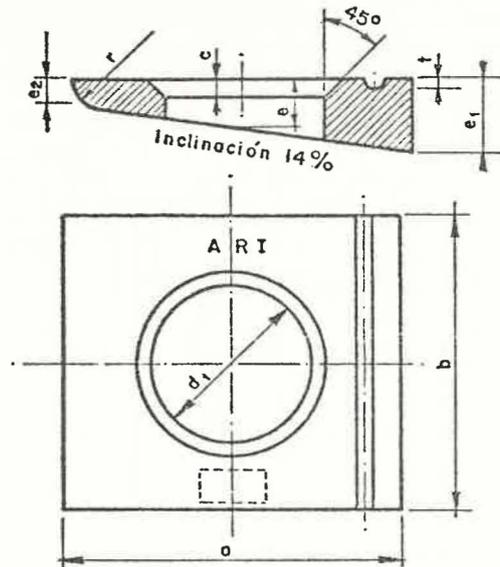


TABLA 623.8

Arandela	Diámetro del agujero $d_1$ mm	Lado a mm	Testa b mm	Espesor			Radio r mm	Profundidad del bisel c mm	Profundidad de la ranura t mm
				$e_1$	e	$e_2$			
ARI 12	13	30	26	6,2	4	2,0	1,6	1,5	0,7
ARI 16	17	36	32	7,5	5	2,5	2,0	1,5	0,8
ARI 20	21	44	40	9,2	6	3,0	2,4	1,5	0,9
ARI 22	23	50	44	10,0	6,5	3,0	2,4	2,0	1,0
ARI 24	25	56	56	10,8	7	3,0	2,4	2,0	1,0
ARI 27	28	56	56	10,8	7	3,0	2,4	2,5	1,0

Tornillos de alta resistencia

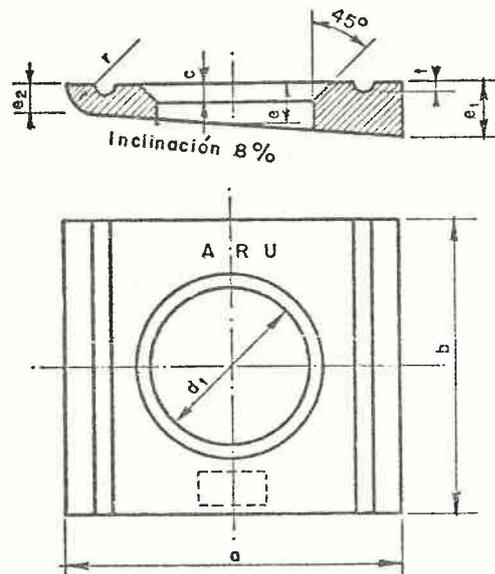


TABLA 623.9

Arandela	Diámetro del agujero $d_1$ mm	Lado $a$ mm	Testa $b$ mm	Espesor			Radio $r$ mm	Profundidad del bisel $c$ mm	Profundidad de la ranura $t$ mm
				$e_1$ mm	$e$ mm	$e_2$ mm			
ARU 12	13	30	26	4,9	4,0	2,5	2,0	1,5	0,7
ARU 15	17	36	32	5,9	4,5	3,0	2,4	1,5	0,8
ARU 20	21	44	40	7,0	5,0	3,5	2,8	1,5	0,9
ARU 22	23	50	44	8,0	6,0	4,0	3,2	2,0	1,0
ARU 24	25	56	56	8,5	6,0	4,0	3,2	2,0	1,0
ARU 27	28	56	56	8,5	6,0	4,0	3,2	2,5	1,0

TABLA 623.10

Arandela	T O L E R A N C I A S			
	Diámetro interior mm	Diámetro exterior mm	Espesor mm	Profundidad del bisel interior mm
AR 12	+ 0,5	- 0,8	± 0,3	+ 0,3
AR 16	+ 0,5	- 0,8	± 0,3	+ 0,3
AR 20	+ 0,6	- 1,2	± 0,3	+ 0,3
AR 22	+ 0,6	- 1,2	± 0,3	+ 0,5
AR 24	+ 0,6	- 1,2	± 0,3	+ 0,5
AR 27	+ 0,6	- 1,2	± 0,6	+ 0,5

TABLA 623.11

Arandelas ARI y ARU	T O L E R A N C I A S				
	Diámetro del agujero mm	Lado mm	Testa mm	Espesor (e <sub>2</sub> ) mm	Profundidad del bisel mm
12	+ 0,5	± 0,65	± 2,0	± 0,2	± 0,3
16	+ 0,5	± 0,80	± 2,5	± 0,2	± 0,3
20	+ 0,6	± 0,80	± 2,5	± 0,3	± 0,3
22	+ 0,6	± 0,80	± 2,5	± 0,3	± 0,5
24	+ 0,6	± 0,95	± 3,0	± 0,3	± 0,5
27	+ 0,6	± 0,95	± 3,0	± 0,3	± 0,5

Inclinación de caras ± 0,5 %

### **623.5 RECEPCION**

Con el certificado de garantía del fabricante podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción, a no ser que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares los imponga.

En el caso de no estar previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el Director de las obras podrá ordenar la toma de muestrás y la realización de los ensayos que considere oportunos.

Las piezas se suministrarán en envases adecuados, suficientemente protegidos, para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las mismas.

Cada envase contendrá solamente tornillos, tuercas, o arandelas de un mismo tipo, longitud, y tipo de acero.

Cada envase llevará una etiqueta indicando:

- Marca del fabricante.
- Designación del tornillo, tuerca, o arandela.
- Tipo de acero.
- Número de piezas que contiene.

Los tornillos de alta resistencia llevarán en la cabeza, marcadas en relieve, las letras TR, la designación del tipo de acero, y el nombre o signo de la marca registrada del fabricante. Para simplificar el grabado, la designación del acero, solamente a estos efectos, se podrá reducir a A10.

Sobre una de sus bases, las tuercas de alta resistencia llevarán, marcadas en relieve, las letras MR, la designación del tipo de acero, y el nombre de la marca registrada del fabricante. Para simplificar el grabado, la designación del acero, solamente a estos efectos, se podrá reducir a A8.

Las arandelas que deban utilizarse con los tornillos de alta resistencia llevarán grabadas, sobre la cara biselada, las letras que designan el tipo, pudiendo el fabricante agregar el nombre o signo de su marca registrada.

### **623.6 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de los tornillos de alta resistencia, tuercas y arandelas, se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## 624 ELECTRODOS A EMPLEAR EN SOLDADURA ELECTRICA MANUAL AL ARCO

### 624.1 DEFINICION

Se definen como electrodos a emplear en soldadura eléctrica al arco, las varillas revestidas que constituyen el material de aportación para la soldadura manual al arco.

### 624.2 CONDICIONES GENERALES

Los electrodos a utilizar en los procedimientos de soldeo manual por arco eléctrico, deberán ajustarse a las características definidas en la Norma UNE 14003, 1ª R, para los tipos siguientes:

En la soldadura de aceros A-42, se utilizarán electrodos de algunos de los tipos E.43.1; E.43.2; E.43.3, o E.43.4.

En las soldaduras de aceros A-52, se utilizarán electrodos de algunos de los tipos E.51.1; E.52.2; E.53.3, o E.53.4.

Queda expresamente prohibida la utilización de electrodos de gran penetración en la ejecución de uniones de fuerza.

En las uniones realizadas en montaje no se permitirá el uso de electrodos cuyo rendimiento nominal sea superior a 120, para aceros A-52.

En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se indicarán las características exigidas para electrodos especiales, así como las varillas, fundentes y gases destinados a la operación de soldeo automático o semiautomático, con arco sumergido o en atmósfera inerte.

### 624.3 REVESTIMIENTOS

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de revestimiento del electrodo, que, en general, deberá estar comprendido entre los que se relacionan a continuación:

- AR: Acido de rutilo.
- B: Básico.
- R: Rutilo medio.
- RR: Rutilo grueso.

La descripción de todos estos tipos de revestimientos figura en la anteriormente citada Norma UNE 14003, 1ª R.

Para el soldeo de todos los productos de acero, muy especialmente para los tipos A-52, se recomienda la utilización de electrodos con revestimiento básico, bajo hidrógeno, sobre todo para espesores superiores a veinticinco milímetros (25 mm). Esta recomendación será preceptiva en uniones que puedan estar sometidas a esfuerzos dinámicos.

Los electrodos de revestimiento básico, como todos los otros electrodos cuyo revestimiento sea hidrófilo, deberán emplearse perfectamente secos; por lo cual, se introducirán y conservarán en desecador hasta el momento de su utilización.

#### **624.4 CARACTERISTICAS MECANICAS DEL MATERIAL DE APORTACION**

La carga de rotura a tracción, y la resilicencia del material de aportación, adaptado al acero de base y al tipo estructural, deberán ser iguales o superiores a los valores correspondientes del metal de base. Si se exige en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares la comprobación de aquellas características, deberá efectuarse siguiendo las prescripciones de la Norma UNE 14022.

#### **624.5 MEDICION Y ABONO**

La medición y abono de los electrodos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

## **630 OBRAS DE HORMIGON EN MASA O ARMADO**

### **630.1 DEFINICION**

Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, reforzado en su caso con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

No se consideran aquí incluidos los pavimentos de hormigón contemplados en el Artículo 550 de este Pliego.

### **630.2 MATERIALES**

#### **630.2.1 Hormigón**

Ver Artículo 610, «Hormigones».

#### **630.2.2 Armaduras**

Ver Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado».

### **630.3 EJECUCION**

La ejecución de las obras de hormigón en masa o armado incluye las operaciones siguientes:

- Colocación de apeos y cimbras. Ver Artículo 681, «Apeos y cimbras».
- Colocación de encofrados. Ver Artículo 680, «Encofrados y moldes».
- Colocación de armaduras. Ver Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado».
- Dosificación y fabricación del hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Transporte del hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Vertido del hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Compactación del hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Hormigonado en condiciones especiales. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Juntas. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Curado. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Desencofrado. Ver Artículo 680, «Encofrados y moldes».
- Descimbrado. Ver Artículo 681, «Apeos y cimbras».
- Reparación de defectos. Ver Artículo 610, «Hormigones».

#### **630.4 CONTROL DE LA EJECUCION**

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EH-73. Los niveles de control, de acuerdo con lo previsto en la citada Instrucción, serán los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la zona inferior derecha de cada Plano. Para el control de la ejecución se tendrán en cuenta las tolerancias prescritas en los Artículos correspondientes de este Pliego.

#### **630.5 MEDICION Y ABONO**

Las obras de hormigón en masa o armado, se medirán y abonarán según las distintas unidades que las constituyen:

- Hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Armaduras. Ver Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado».
- Encofrados. Ver Artículo 680, «Encofrados y moldes».
- Apeos y cimbras. Ver Artículo 681, «Apeos y cimbras».

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar o reparar las obras en las que se acusen defectos.

## **631 OBRAS DE HORMIGON PRETENSADO**

### **631.1 DEFINICION**

Se definen como obras de hormigón pretensado aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, sometido a compresión por fuerzas introducidas durante la construcción, antes o después del hormigonado, por medio de armaduras activas o por otros medios exteriores.

### **631.2 MATERIALES**

#### **631.2.1 Hormigón**

Ver Artículo 610, «Hormigones».

#### **631.2.2 Armaduras pasivas**

Ver Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado».

#### **631.2.3 Armaduras activas**

Ver Artículo 601, «Armaduras activas a emplear en hormigón pretensado».

#### **631.2.4 Lechada de cemento para inyección de conductos**

Ver Artículo 613, «Lechadas de cemento para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado».

### **631.3 EJECUCION**

La ejecución de las obras de hormigón pretensado incluye las operaciones siguientes:

- Colocación de apeos y cimbras. Ver Artículo 681, «Apeos y cimbras».
- Colocación de encofrados o moldes. Ver Artículo 680, «Encofrados y moldes».
- Colocación de armaduras pasivas. Ver Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado».
- Colocación de armaduras activas. Ver Artículo 601, «Armaduras activas a emplear en hormigón pretensado».
- Dosificación y fabricación del hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».

- Transporte del hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Vertido del hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Compactación del hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Hormigonado en condiciones especiales. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Juntas. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Curado. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Tesado de armaduras activas. Ver Artículo 601, «Armaduras activas a emplear en hormigón pretensado».
- Inyección de conductos. Ver Artículo 613, «Lechadas de cemento para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado».
- Desencofrado. Ver Artículo 680, «Encofrados y moldes».
- Descimbrado. Ver Artículo 681, «Apeos y cimbras».
- Reparación de defectos. Ver Artículo 610, «Hormigones».

#### **631.4 CONTROL DE EJECUCION**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 630.4, Control de la ejecución, del Artículo 630, «Obras de hormigón en masa o armado», con la excepción de que no se admitirá el control a nivel reducido.

#### **631.5 MEDICION Y ABONO**

Las obras de hormigón pretensado se medirán y abonarán según las distintas unidades que las constituyen:

- Hormigón. Ver Artículo 610, «Hormigones».
- Armaduras pasivas. Ver Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado».
- Armaduras activas. Ver Artículo 601, «Armaduras activas a emplear en hormigón pretensado».
- Inyección. Ver Artículo 613, «Lechadas de cemento para inyección de conductos en obras de hormigón pretensado».
- Encofrados. Ver Artículo 680, «Encofrados y moldes».
- Apeos y cimbras. Ver Artículo 681, «Apeos y cimbras».

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar o reparar las obras en las que se acusen defectos.

## **640 ESTRUCTURAS DE ACERO**

### **640.1 DEFINICION**

Se define como estructura de acero los elementos o conjuntos de elementos de acero que forman la parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

No es aplicable este Artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos construidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

### **640.2 MATERIALES**

Para las distintas clases de acero a utilizar, véase lo previsto en los Artículos 250 a 254 de este Pliego.

Para los electrodos a emplear en soldadura eléctrica al arco, véase lo previsto en el Artículo 624.

Para los roblones, tornillos ordinarios, tornillos calibrados y tornillos de alta resistencia, se tendrá en cuenta lo previsto en los Artículos 621, 622 y 623.

Para las chapas y perfiles laminados, en cuanto a dimensiones y tolerancias se refiere, véase lo previsto en el Artículo 620.

### **640.3 FORMA Y DIMENSIONES**

La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos, sin la previa autorización del Director de las obras.

### **640.4 CONDICIONES GENERALES**

En caso de que el Contratista principal solicite aprobación para subcontratar parte o la totalidad de estos trabajos, deberá demostrar, a satisfacción del Director, que la empresa propuesta para la subcontrata posee personal técnico y obrero experimentado en esta clase de obras, y, además, los elementos materiales necesarios para realizarlas.

Si el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares lo exige, tanto en el período de montaje de la estructura, como en el de construcción en obra, estará presente en la misma de un modo permanente, durante la jornada de trabajo, un técnico responsable representante del Contratista.

Dentro de la jornada laboral, el Contratista deberá permitir, sin limitaciones al efecto de la función inspectora, la entrada en su taller al Director o a sus representantes, a los que dará toda clase de facilidades, durante el período de construcción de la estructura.

El Contratista viene obligado a comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura metálica.

Salvo indicación en contrario de los documentos de contrato, el Contratista viene obligado especialmente:

- A la ejecución en taller de la estructura.
- A la expedición, transporte y montaje de la misma.
- A la prestación y erección de todos los andamios y elementos de elevación y auxiliares que sean necesarios, tanto para el montaje como para la realización de la función inspectora.
- A la prestación del personal y materiales necesarios para la prueba de carga de la estructura, si ésta viniera impuesta por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- A enviar al Contratista de las fábricas u hormigones, en caso de ser otro distinto, dentro del plazo previsto en el contrato, todos aquellos elementos de la estructura que hayan de quedar anclados en la obra no metálica, incluidos los correspondientes espárragos o pernos de anclaje.

Quando el Contratista que haya de realizar el montaje no sea el que se haya ocupado de la ejecución en taller, éste último vendrá especialmente obligado:

- A efectuar en su taller los montajes en blanco, parciales o totales, que estime necesarios para asegurar que el ensamble de las distintas partes de la estructura no presentará dificultades anormales en el momento de efectuar el montaje definitivo, haciéndose responsable de las que puedan surgir.
- A marcar en forma clara e indeleble todas las partes de la estructura, antes de expedirla; registrando estas marcas en los planos e instrucciones que debe enviar a la entidad que haya de ocuparse del montaje.
- A suministrar y remitir con la estructura, debidamente embalados y clasificados, todos los elementos de las uniones de montaje, con excepción de los electrodos que se requieran para efectuar las soldaduras de obra, cuando éste sea el medio de unión proyectado; pero, en los planos e instrucciones de montaje, indicará la calidad y tipo de electrodos recomendados, previa aprobación del Director; pueden constituir también excepción, en el envío, los tornillos de alta resistencia necesarios para las uniones de montaje, debiendo indicar el Contratista, en este caso, en sus planos e instrucciones de montaje, los números y diámetros nominales de los tornillos necesarios, así como las calidades de los aceros con los que deban ser fabricados tanto los tornillos como sus tuercas y arandelas.
- A enviar un cinco por ciento (5 %) más del número de tornillos, o un diez por ciento (10 %) más del número de roblones, estrictamente necesarios, a fin de prevenir las posibles pérdidas y sustituciones de los dañados durante el montaje.

## 640.5 UNIONES

En las uniones se distinguirá su clase, que puede ser:

- Unión de fuerza, la que tiene por misión transmitir, entre perfiles o piezas de la estructura, un esfuerzo calculado.
- Unión de atado, cuya misión es solamente mantener en posición perfiles de una pieza, y no transmite un esfuerzo calculado.

Entre las uniones de fuerza se incluyen los empalmes, que son las uniones de perfiles o barras en prolongación.

No se permitirán otros empalmes que los indicados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en casos especiales, los señalados en los planos de taller aprobados por el Director.

Se procurará reducir al mínimo el número de uniones en obra; a tal efecto, el Contratista estudiará, de acuerdo con el Director, la conveniente resolución de los problemas de transporte y montaje que aquella reducción de uniones pudiera acarrear.

Tanto en las estructuras roblonadas como en las soldadas, se aconseja realizar atornilladas las uniones definitivas de montaje. Los tornillos serán de alta resistencia cuando se trate de puentes o estructuras sometidas a cargas dinámicas.

### 640.5.1 Uniones roblonadas y atornilladas

#### 640.5.1.1 Agujeros

Como norma general, los agujeros para roblones y tornillos se ejecutarán con taladro. Queda prohibida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico.

Se permite el punzonado en espesores no superiores a quince milímetros (15 mm). Cuando la estructura haya de estar sometida a cargas predominantemente estáticas, el diámetro del agujero sea por lo menos igual a vez y media (1,5) el espesor, y se adopten las medidas oportunas para la coincidencia de los agujeros que deban corresponderse, se podrá efectuar el punzonado al tamaño definitivo, con tal de utilizar un punzón que ofrezca garantías de lograr un agujero de borde cilíndrico, sin grietas ni fisuras. En caso contrario, se punzonarán los agujeros con un diámetro máximo inferior en tres milímetros (3 mm) al definitivo, rectificándolos mediante escariado mecánico posterior; es preferible el realizar esta segunda operación después de unidas las piezas que han de roblonarse juntas y fijadas, mediante tornillos provisionales, en su posición relativa definitiva. Análogamente, se procederá con los agujeros taladrados cuando haya de rectificarse su coincidencia.

Queda terminantemente prohibido el uso de la broca pasante para agrandar o rectificar los agujeros.

Los agujeros destinados a alojar tornillos calibrados se ejecutarán siempre con taladro, cualesquiera que sean su diámetro y los espesores de las piezas a unir.

Siempre que sea posible, se taladrarán de una sola vez los agujeros que atraviesen dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas las piezas, se separarán para eliminar las rebabas.

En cada estructura, los roblones o tornillos utilizados se procurará sean solamente de dos tipos, o como máximo de tres, de diámetros bien diferenciados.

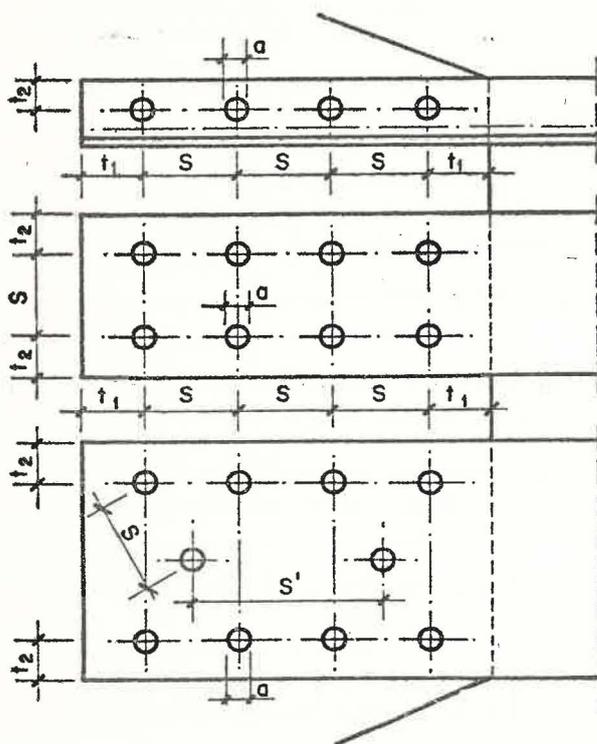
Los diámetros de los agujeros, salvo excepciones justificadas, estarán dentro de los límites de la Tabla 640.1, y se acercarán lo más posible a los valores óptimos consignados en los catálogos para cada perfil.

TABLA 640.1

LIMITACIONES PARA AGUJEROS

Diámetro del agujero mm	Espesor de cada pieza		Máxima suma de espesores de las piezas unidas mm
	Mínimo mm	Máximo mm	
11	4	10	45
13	4	12	55
15	5	14	65
17	6	16	70
19	7	18	80
21	8	20	90
23	10	24	100
25	12	28	115
28	14	36	130

Las distancias  $t$  entre los centros de agujeros de diámetro  $a$ , que unan piezas, cuyo espesor mínimo es  $e$ , cumplirán las condiciones siguientes:



Valor mínimo:

Para roblones .....  $s \geq 3,0 a$

Para tornillos .....  $s \geq 3,5 a$

Valor máximo:

En general .....  $\left\{ \begin{array}{l} s \leq 8,0 a \\ s \leq 15,0 e \end{array} \right.$

En uniones de armado de barras a tracción .....  $\left\{ \begin{array}{l} s \leq 15,0 a \\ s \leq 25,0 e \end{array} \right.$

En barras de gran anchura, con más de dos filas paralelas de roblones o tornillos en dirección del esfuerzo, en las filas interiores el valor máximo de la distancia  $s$ , en esta dirección, puede ser doble del indicado.

Las distancias  $t$  entre los centros de los agujeros y los bordes cumplirán las condiciones siguientes:

**Valor mínimo:**

Al borde frontal .....  $t_1 \geq 2,0 a$

Al borde lateral .....  $t_2 \geq 1,5 a$

**Valor máximo:**

A cualquier borde .....  $\left\{ \begin{array}{l} t \leq 3,0 a \\ t \leq 6,0 e \end{array} \right.$

Cuando se empleen roblones o tornillos ordinarios, la coincidencia de los agujeros se comprobará introduciendo un calibre cilíndrico, de diámetro un milímetro y medio (1,5 mm) menor que el diámetro nominal del agujero. Si el calibre no pasa suavemente, se rectificará el agujero.

Cuando se empleen tornillos calibrados, es preceptiva la rectificación del agujero, y se comprobará que el diámetro rectificado es igual que el de la espiga del tornillo.

#### 640.5.1.2 Colocación de los roblones

Los roblones deben calentarse, preferentemente, en hornos adecuados de atmósfera reductora; aunque, en defecto de aquéllos, se permite el uso de la fragua tradicional. Queda prohibida la utilización del soplete para este fin.

El calentamiento debe ser uniforme, salvo en las técnicas de calentamiento diferencial para la colocación de roblones de gran longitud. Al ser colocados deberán estar a la temperatura del rojo cereza claro, sin que ésta haya bajado del rojo sombra al terminarse de formar la cabeza de cierre.

Antes de colocar el roblón se eliminarán de su superficie la cascarilla o escorias que pueda llevar adheridas; y, después de colocado, deberá llenar completamente el agujero.

La cabeza de cierre del roblón debe ser de las dimensiones mínimas correspondientes a su diámetro, quedar centrada con la espiga, apoyar perfectamente en toda su superficie sobre el perfil unido y no presentar grietas ni astillas.

Las rebabas que, eventualmente, puedan quedar alrededor de la cabeza deberán eliminarse.

No se tolerarán huellas de la estampa sobre la superficie de los perfiles.

Las piezas que hayan de roblonarse juntas, se unirán previamente con los tornillos de montaje, cuyo diámetro no debe ser inferior en más de dos milímetros (2 mm) al del agujero. Se colocará el número necesario de tornillos para que, fuertemente apretados con llave manual, aseguren la inmovilidad relativa de las piezas a unir y un mínimo contacto entre sus superficies.

La formación de las cabezas de cierre deberá hacerse con prensa o martillo neumático, quedando prohibida la colocación de roblones con maza de mano.

En casos excepcionales en que, por falta de espacio, no pueda utilizarse la herramienta adecuada, se permitirá la colocación a mano si el roblón es de mero atado. Si se trata de un roblón de fuerza es preferible, en estos casos, sustituirlo por un tornillo calibrado o, mejor, por un tornillo de alta resistencia.

Los roblones colocados, después de fríos, deberán comprobarse al rebote con un martillo de bola pequeño. Todos aquellos cuya apretadura resulte débil o dudosa se levantarán y sustituirán, sin excusa alguna; prohibiéndose expresamente el repaso en frío de los roblones que hayan podido quedar flojos.

El proceso de colocación de los roblones que constituyen la costura, se llevará en tal forma que se evite la introducción de tensiones parásitas y el curvado o alabeo de las piezas.

#### 640.5.1.3 Colocación de tornillos ordinarios y calibrados

El diámetro nominal del tornillo ordinario es el de su espiga. El diámetro del agujero será un milímetro (1 mm) mayor que el de su espiga.

Los asientos de las cabezas y tuercas estarán perfectamente planos y limpios.

Es preceptivo en las uniones de fuerza, y siempre recomendable, la colocación de arandela bajo la tuerca. Si las superficies exteriores de las partes unidas son inclinadas, se empleará arandela de espesor variable, con el ángulo conveniente para que la apretadura sea uniforme. Esta arandela de espesor variable se colocará también bajo la cabeza del tornillo, si ésta apoya sobre una cara inclinada.

Si por alguna circunstancia no se coloca arandela, la parte roscada de la espiga penetrará en la unión, por lo menos, en un filete.

Las tuercas se apretarán a fondo, preferentemente con medios mecánicos. Es recomendable bloquear las tuercas en las estructuras no desmontables, empleando un sistema adecuado: arandelas de seguridad, punto de soldadura, etc. Es preceptivo el bloqueo cuando la estructura esté sometida a cargas dinámicas o vibraciones, y en aquellos tornillos que estén sometidos a esfuerzos de tracción en dirección de su eje.

Los tornillos calibrados se designarán por los mismos diámetros nominales que los tornillos ordinarios, diámetros que corresponden, en este caso, al borde exterior del fileteado; su espiga será torneada con diámetro igual al del agujero, con las tolerancias que se indican en el Artículo 622.

Con estos tornillos se colocarán siempre arandelas bajo la cabeza y bajo la tuerca.

En todo lo demás, se aplicará a estos tornillos lo dicho para los ordinarios.

#### 640.5.1.4 Colocación de tornillos de alta resistencia

Las superficies de las piezas a unir deberán acoplar perfectamente entre sí después de realizada la unión. Estas superficies estarán suficientemente limpias, y sin pintar. La grasa se eliminará con disolventes adecuados. Para eliminar la cascarilla de laminación de estas

superficies, se someterán al tratamiento de limpieza que se especifique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares: chorro de arena, chorro de granalla de acero, decapado por llama, etc; realizándose de acuerdo con las instrucciones de dicho Pliego.

Se colocará siempre arandela bajo la cabeza y bajo la tuerca. En una cara de la arandela se achaflanará el borde interno para poder alojar el redondeo de acuerdo entre cabeza y espiga; el borde externo de la misma cara se biselará también con el objeto de acreditar la debida colocación de la arandela.

La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca, por lo menos, en un filete, y puede penetrar dentro de la unión.

En tornillos de alta resistencia, el diámetro del agujero será, como norma general, un milímetro (1 mm) mayor que el nominal del tornillo, pudiendo aceptarse una holgura máxima de dos milímetros (2 mm).

Las tuercas se apretarán mediante llaves taradas, que midan el momento torsor aplicado, hasta alcanzar el valor prescrito para éste, que figurará en las instrucciones de los planos de taller. También pueden emplearse métodos de apretado en los que se midan ángulos de giro.

Los tornillos de una unión deben apretarse inicialmente al ochenta por ciento (80 %) del momento torsor final, empezando por los situados en el centro, y terminar de apretarse en una segunda vuelta.

#### **640.5.2 Uniones soldadas**

Las uniones soldadas podrán ejecutarse mediante los procedimientos que se citan a continuación:

- Procedimiento I: Soldeo eléctrico, manual, por arco descubierto, con electrodo fusible revestido.
- Procedimiento II: Soldeo eléctrico, semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa, con alambre-electrodo fusible.
- Procedimiento III: Soldeo eléctrico, automático, por arco sumergido, con alambre-electrodo fusible desnudo.
- Procedimiento IV: Soldeo eléctrico por resistencia.

Otros procedimientos no mencionados, o que pudieran desarrollarse en el futuro, requerirán norma especial.

El Contratista presentará, si el Director lo estima necesario, una Memoria de soldeo, detallando las técnicas operatorias a utilizar dentro del procedimiento o procedimientos elegidos.

Las soldaduras se definirán en los planos de proyecto o de taller, según la notación recogida en la Norma UNE 14009: «Signos convencionales en soldadura».

Las soldaduras a tope serán continuas en toda la longitud de la unión, y de penetración completa.

Se saneará la raíz antes de depositar el cordón de cierre, o el primer cordón de la cara posterior.

Cuando el acceso por la cara posterior no sea posible, se realizará la soldadura con chapa dorsal u otro dispositivo para conseguir penetración completa.

Para unir dos piezas de distinta sección, la de mayor sección se adelgazará en la zona de contacto, con pendientes no superiores al veinticinco por ciento (25 %), para obtener una transición suave de la sección.

El espesor de garganta mínimo de los cordones de soldaduras de ángulo será de tres milímetros (3 mm). El espesor máximo será igual a siete décimas (0,7)  $e_{min}$ , siendo  $e_{min}$  el menor de los espesores de las dos chapas o perfiles unidos por el cordón. Respetada la limitación de mínimo establecida, se recomienda que el espesor del cordón no sea superior al exigido por los cálculos de comprobación.

Los cordones laterales de soldadura de ángulo que transmitan esfuerzos axiales de barras, tendrán una longitud no inferior a quince (15) veces su espesor de garganta, ni inferior al ancho del perfil que unen. La longitud máxima no será superior a sesenta (60) veces el espesor de garganta, ni a doce (12) veces el ancho del perfil unido.

En las estructuras solicitadas por cargas predominantemente estáticas, podrán utilizarse cordones discontinuos en las soldaduras de ángulo, cuando el espesor de garganta requerido por los cálculos de comprobación resulte inferior al mínimo admitido más arriba. Deberán evitarse los cordones discontinuos en estructuras a la intemperie, o expuestas a atmósferas agresivas.

En los cordones discontinuos, la longitud de cada uno de los trozos elementales, no será inferior a cinco (5) veces su espesor de garganta, ni a cuarenta milímetros (40 mm). La distancia libre entre cada dos (2) trozos consecutivos del cordón, no excederá de quince (15) veces el espesor del elemento unido que lo tenga menor si se trata de barras comprimidas, ni de veinticinco (25) veces dicho espesor si la barra es traccionada. En ningún caso, aquella distancia libre excederá de trescientos milímetros (300 mm).

Los planos que hayan de unirse, mediante soldaduras de ángulo en sus bordes longitudinales, a otro plano, o a un perfil, para constituir una barra compuesta, no deberán tener una anchura superior a treinta (30) veces su espesor.

En general, quedan prohibidas las soldaduras de tapón y de ranura. Sólo se permitirán, excepcionalmente, las soldaduras de ranura para asegurar contra el pandeo local a los planos anchos que forman parte de una pieza comprimida, cuando no pueda cumplirse, a causa de alguna circunstancia especial, la condición indicada anteriormente. En este caso, el ancho de la ranura debe ser, por lo menos, igual a dos veces y media (2,5) el espesor de la chapa cosida; la distancia libre en cualquier dirección entre dos ranuras consecutivas no será inferior a dos (2) veces el ancho de la ranura, ni superior a treinta (30) veces el espesor de la chapa; la dimensión máxima de la ranura no excederá de diez (10) veces el espesor de la chapa.

Queda prohibido el rellenar con soldaduras los agujeros practicados en la estructura para los roblones o tornillos provisionales de montaje. Se dispondrán, por consiguiente, dichos agujeros en forma que no afecten a la resistencia de las barras o de las uniones de la estructura.

La preparación de las piezas que hayan de unirse mediante soldaduras se ajustará estrictamente, en su forma y dimensiones, a lo indicado en los Planos.

La preparación de bordes para las soldaduras por fusión se deberá ejecutar de acuerdo con las prescripciones contenidas en las Tablas 640.2.1 a 640.2.11.

La preparación de las uniones que hayan de realizarse en obra se efectuará en taller.

Las piezas que hayan de unirse con soldadura se presentarán y fijarán en su posición relativa mediante dispositivos adecuados que aseguren, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante el soldeo y el enfriamiento subsiguiente.

El orden de ejecución de los cordones y la secuencia de soldeo dentro de cada uno de ellos, y del conjunto, se elegirán con vistas a conseguir que, después de unidas las piezas, obtengan su forma y posición relativas definitivas sin necesidad de un enderezado o rectificación posterior, al mismo tiempo que se mantengan dentro de límites aceptables las tensiones residuales.

Entre los medios de fijación provisional pueden utilizarse puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas a unir; el número e importancia de estos puntos se limitará al mínimo compatible con la inmovilización de las piezas.

Se permite englobar estos puntos en la soldadura definitiva, con tal que no presenten fisuras ni otros defectos y hayan quedado perfectamente limpios de escoria.

Se prohíbe la práctica viciosa de fijar las piezas a los gálibos de armado con puntos de soldadura.

Antes del soldeo se limpiarán los bordes de la costura, eliminando cuidadosamente toda la cascarilla, herrumbre o suciedad y, muy especialmente, las manchas de grasa o de pintura.

Durante el soldeo se mantendrán bien secos, y protegidos de la lluvia, tanto los bordes de la costura como las piezas a soldar, por lo menos en una superficie suficientemente amplia alrededor de la zona en que se está soldando.

Después de ejecutar cada cordón elemental, y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo de alambres, eliminando todo rastro de escorias. Para facilitar esta operación, y el depósito de los cordones posteriores, se procurará que las superficies exteriores de tales cordones no formen ángulos diedros demasiado agudos, ni entre sí ni con los bordes de las piezas; y, también, que las superficies de los cordones sean lo más regulares posibles.

Se tomarán las debidas precauciones para proteger los trabajos de soldeo contra el viento y, especialmente, contra el frío. Se suspenderá el trabajo cuando la temperatura baje de los cero grados centígrados ( $0^{\circ}\text{C}$ ), si bien en casos excepcionales de urgencia, y previa aprobación del Director, se podrá seguir soldando con temperaturas comprendidas entre cero y menos cinco grados centígrados ( $0^{\circ}\text{C}$  y  $-5^{\circ}\text{C}$ ), siempre que se adopten medidas especiales para evitar un enfriamiento excesivamente rápido de la soldadura.

Queda prohibido el acelerar el enfriamiento de las soldaduras con medios artificiales.

Debe procurarse que el depósito de los cordones de soldadura se efectúe, siempre que sea posible, en posición horizontal. Con este fin, el Contratista debe proporcionarse los dispositivos necesarios para poder voltear las piezas y orientarlas en la posición más conveniente para la ejecución de las distintas costuras, sin provocar en ellas, no obstante, sollicitaciones excesivas que puedan dañar la débil resistencia de las primeras capas depositadas.

En todas las costuras soldadas que se ejecuten en las estructuras se asegurará la penetración completa, incluso en la zona de raíz.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la técnica operatoria a seguir y, en su caso, los tratamientos térmicos necesarios, cuando, excepcionalmente, hayan de soldarse elementos con espesor superior a los treinta milímetros (30 mm).

El examen y calificación de los operarios que hayan de realizar las soldaduras se efectuará de acuerdo con lo previsto en la Norma UNE 14010.

#### **640.6 DEFORMACIONES Y TENSIONES RESIDUALES**

En el Proyecto deberán estudiarse las disposiciones de las uniones, de modo que las tensiones residuales inevitables que proceden de las deformaciones coartadas en las soldaduras, al combinarse con las originadas por las cargas, no den lugar a estados tensionales que resulten peligrosos.

Igualmente figurarán en el Proyecto, cuando sea preciso, los procedimientos de atenuación de tensiones residuales: recocido, calentamiento previo, etc.

Para conseguir una soldadura con coacciones mínimas, y reducir tensiones residuales al mínimo posible, se operará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- El volumen de metal depositado tendrá en todo momento la máxima simetría posible.
- Las piezas a soldar se dispondrán de modo que puedan seguir los movimientos producidos en el soldeo con la máxima libertad posible.
- El soldador tendrá en todo momento acceso fácil y posición óptima de trabajo, para asegurar el depósito limpio y perfecto del material de aportación.
- La disposición de las piezas y el orden de los cordones será tal que se reduzca al mínimo la acumulación de calor en zonas locales.

#### **640.7 PLANOS DE TALLER**

Para la ejecución de toda estructura metálica el Contratista, basándose en los Planos del Proyecto, realizará los planos de taller precisos para definir completamente todos los elementos de aquélla.

Los planos de taller contendrán en forma completa:

- Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos de la estructura.

- Las contraflechas de vigas, cuando estén previstas.
- La disposición de las uniones, incluso las provisionales de armado, distinguiendo las dos clases: de fuerza y de atado.
- El diámetro de los agujeros de roblones y tornillos, con indicación de la forma de mecanizado.
- Las clases y diámetros de roblones y tornillos.
- La forma y dimensiones de las uniones soldadas, la preparación de los cordones, el procedimiento, métodos y posiciones de soldeo, los materiales de aportación a utilizar y el orden de ejecución.
- Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que los precisen.

Todo plano de taller llevará indicados los perfiles, las clases de los aceros, los pesos y las marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él.

El Contratista, antes de comenzar la ejecución en taller, entregará dos copias de los planos de taller al Director, quien los revisará y devolverá una copia autorizada con su firma, en la que, si se precisan, señalará las correcciones a efectuar. En este caso, el Contratista entregará nuevas copias de los planos de taller corregidos para su aprobación definitiva.

Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalle respecto a lo definido en los planos de taller, se harán con la aprobación del Director, y se anotarán en los planos de taller todas las modificaciones.

#### **640.8 EJECUCION EN TALLER**

En todos los perfiles y planos que se utilicen en la construcción de las estructuras se eliminarán las rebabas de laminación; asimismo se eliminarán las marcas de laminación en relieve, en todas aquellas zonas de un perfil que hayan de entrar en contacto con otro en alguna de las uniones de la estructura.

El aplanado y el enderezado de las chapas, planos y perfiles, se ejecutarán con prensa, o con máquinas de rodillos. Cuando, excepcionalmente, se utilice la maza o el martillo, se tomarán las precauciones necesarias para evitar un endurecimiento excesivo del material.

Tanto las operaciones anteriores, como las de encorvadura o conformación de los perfiles, cuando sean necesarias, se realizarán preferentemente en frío; pero con temperaturas del material no inferiores a cero grados centígrados (0° C). Las deformaciones locales permanentes se mantendrán dentro de límites prudentes, considerándose que esta condición se cumple cuando aquéllas no exceden en ningún punto del dos y medio por ciento (2,5 %); a menos que se sometan las piezas deformadas en frío a un recocido de normalización posterior. Asimismo, en las operaciones de curvado y plegado en frío, se evitará la aparición de abolladuras en el alma o en el cordón comprimido del perfil que se curva; o de grietas en la superficie en tracción durante la deformación.

Cuando las operaciones de conformación u otras necesarias hayan de realizarse en caliente, se ejecutarán siempre a la temperatura del rojo cereza claro, alrededor de los 950° C, interrumpiéndose el trabajo, si es preciso, cuando el color del metal baje al rojo sombra, alrededor de los 700° C, para volver a calentar la pieza.

Deberán tomarse todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del metal, ni introducir tensiones parásitas, durante las fases de calentamiento y enfriamiento.

El calentamiento se efectuará, a ser posible, en horno; y el enfriamiento al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.

Todas aquellas piezas de acero forjado necesarias en una estructura deberán ser recocidas después de la forja.

Cuando no sea posible el eliminar completamente, mediante las precauciones adoptadas a priori, las deformaciones residuales debidas a las operaciones de soldeo, y éstas resultasen inadmisibles para el servicio o para el buen aspecto de la estructura, se permitirá corregirlas en frío, con prensa o máquina de rodillos, siempre que con esta operación no se excedan los límites de deformaciones indicados anteriormente, y se someta la pieza corregida a un examen cuidadoso para descubrir cualquier fisura que hubiese podido aparecer en el material de aportación, o en la zona de transición del metal de base.

Antes de proceder al trazado se comprobará que los distintos planos y perfiles presentan la forma exacta, recta o curva, deseada, y que están exentos de torceduras.

El trazado se realizará por personal especializado, respetándose escrupulosamente las cotas de los planos de taller y las tolerancias máximas permitidas por los Planos de Proyecto, o por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se procurará no dejar huellas de granete que no sean eliminadas por operaciones posteriores, especialmente en estructuras que hayan de estar sometidas a cargas dinámicas.

El corte puede efectuarse con sierra, cizalla o mediante oxicorte, debiendo eliminarse posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías o irregularidades de borde inherentes a las operaciones de corte.

Deberán observarse, además, las prescripciones siguientes:

- El corte con cizalla sólo se permite para chapas, perfiles planos y angulares, hasta un espesor máximo de 15 milímetros (15 mm).
- En el oxicorte, se tomarán las precauciones necesarias para no introducir en la pieza tensiones parásitas de tipo térmico.
- Los bordes cortados con cizalla o por oxicorte, que hayan de quedar en las proximidades de uniones soldadas, se mecanizarán mediante piedra esmeril, buril con esmerilado posterior, o fresa, en una profundidad no inferior a dos milímetros (2 mm), a fin de levantar toda la capa de metal alterado por el corte; la mecanización se llevará, por lo menos, hasta una distancia de treinta milímetros (30 mm) del extremo de la soldadura. Esta operación no es necesaria cuando los bordes cortados hayan de ser fundidos, en aquella profundidad, durante el soldeo.
- La eliminación de todas las desigualdades e irregularidades de borde, debidas al corte, se efectuará con mucho mayor esmero en las piezas destinadas a la construcción de estructuras que hayan de estar sometidas a la acción de cargas predominantemente dinámicas.

Se ejecutarán todos los chaflanes o biselados de aristas que se indiquen en los Planos, ajustándose a las dimensiones e inclinaciones fijadas en los mismos.

Se recomienda ejecutar el bisel o la acanaladura mediante oxicorte automático, o con máquinas-herramientas, observándose, respecto al primer procedimiento, las prescripciones dictadas anteriormente.

Se permite también la utilización del buril neumático siempre que se eliminen posteriormente, con fresa o piedra esmeril, las irregularidades del corte, no siendo necesaria esta segunda operación en los chaflanes que forman parte de la preparación de bordes para el soldeo.

Aunque en los Planos no pueda apreciarse el detalle correspondiente, no se cortarán nunca las chapas o perfiles de la estructura en forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Estos ángulos, cuando no se puedan eludir, se redondearán siempre en su arista con el mayor radio posible.

Los elementos provisionales que por razones de montaje, u otras, sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desguazarán posteriormente con soplete, y no a golpes, procurando no dañar a la propia estructura.

Los restos de cordones de soldadura, ejecutados para la fijación de aquellos elementos, se eliminarán con ayuda de piedra esmeril, fresa o lima.

#### **640.9 MONTAJE EN BLANCO**

La estructura metálica será, provisional y cuidadosamente, montada en blanco en el taller, para asegurarse de la perfecta coincidencia en el taladro de los diversos elementos que han de unirse, o de la exacta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Excepcionalmente, el Director podrá autorizar que no se monte en blanco por completo en alguno de los casos siguientes:

- Cuando la estructura sea de tamaño excepcional, no siendo suficientes los medios habituales y corrientes de que se puede disponer para el manejo y colocación de los diversos elementos de la misma; pudiéndose, en este caso, autorizar el montaje por separado de los elementos principales y secundarios.
- Si se trata de un lote de varios tramos idénticos. En ese caso, será preceptivo el montaje de uno por cada diez, o menos, tramos iguales; debiéndose montar en los demás solamente los elementos más importantes y delicados.
- Cuando las uniones de las piezas hayan de ir soldadas y no roblonadas, se presentarán en taller, a fin de asegurar la perfecta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Deberán señalarse en el taller, cuidadosamente, todos los elementos que han de montarse en obra; y, para facilitar este trabajo, se acompañarán planos y notas de montaje con suficiente detalle para que pueda realizar dicho montaje persona ajena al trabajo del taller.

#### **640.10 MONTAJE**

El proceso de montaje será el previsto en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; o, en su defecto, será fijado por el Director, ajustándose al Programa de

Trabajo de la obra. El Contratista no podrá introducir por sí solo ninguna modificación en el plan de montaje previsto, sin recabar la previa aprobación del citado Director.

Antes del montaje en blanco en el taller, o del definitivo en obra, todas las piezas y elementos metálicos que constituyen la estructura serán fuertemente raspados con cepillos metálicos, para separar del metal toda huella de oxidación y cuantas materias extrañas pudiera tener adheridas.

Todas las superficies que hayan de quedar ocultas, como consecuencia del roblonado o soldadura, bien en taller o en obra, se recubrirán de una capa de minio de hierro, diluido en aceite de linaza, con exclusión de esencia de trementina. Se cuidará de no pintar, ni engrasar en modo alguno, las superficies de contacto de uniones con tornillos de alta resistencia.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje, se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura, y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuera necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos a utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comaba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el defecto no puede ser corregido, o se presume que, después de corregido, puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión será rechazada; marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Durante su montaje, la estructura se asegurará provisionalmente mediante pernos, tornillos, calzos, apeos, o cualquier otro medio auxiliar adecuado; debiendo quedar garantizadas, con los que se utilicen, la estabilidad y resistencia de aquélla, hasta el momento de terminar las uniones definitivas.

En el montaje, se prestará la debida atención al ensamble de las distintas piezas, con el objeto de que la estructura se adapte a la forma prevista en el Proyecto; debiéndose comprobar, cuantas veces fuese necesario, la exacta colocación relativa de sus diversas partes.

No se comenzará el roblonado, atornillado definitivo, o soldeo de las uniones de montaje, hasta que no se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva; o, si se han previsto elementos de corrección, que su posición relativa es la debida, y que la posible separación de la forma actual, respecto de la definitiva, podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

Las placas de asiento de los aparatos de apoyo sobre los macizos de fábrica y hormigón se harán descansar provisionalmente sobre cuñas, y se inmovilizarán una vez conseguidas las alineaciones y aplomos definitivos; no procediéndose a la fijación última de las placas mientras no se encuentren colocados un número de elementos suficientes para garantizar la correcta disposición del conjunto.

El lecho de asiento de las placas se efectuará con mortero de cemento portland, de los tipos que se señalen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Se adoptarán las precauciones necesarias para que dicho mortero rellene perfectamente todo el espacio

comprendido entre la superficie inferior de la placa y la superficie del macizo de apoyo. Se mantendrá el apoyo provisional de la estructura hasta que se haya alcanzado el suficiente endurecimiento.

Los aparatos de apoyo móvil se montarán de forma tal que, con la temperatura ambiente media del lugar y actuando las cargas permanentes más la mitad de las sobrecargas de explotación, se obtenga su posición centrada; debiendo comprobarse debidamente el paralelismo de las placas inferior y superior del aparato.

Se procurará ejecutar las uniones de montaje de forma tal que todos sus elementos sean accesibles a una inspección posterior. En los casos en que sea forzoso que queden algunos ocultos, no se procederá a colocar los elementos que los cubren hasta que no se hayan inspeccionado cuidadosamente los primeros.

Cuando, a fin de corregir esfuerzos secundarios, o de conseguir en la estructura la forma de trabajo prevista en las hipótesis de cálculo, sea preciso tensar algunos elementos de la misma antes de ponerla en servicio, se indicará expresamente, en los Planos y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la forma de proceder a la introducción de estas tensiones previas, así como los medios de comprobación y medida de las mismas.

#### **640.11 PROTECCION**

Las estructuras de acero se protegerán contra los fenómenos de oxidación y corrosión, pudiendo utilizarse los productos reseñados en los Artículos 270 a 275 de este Pliego.

Sin embargo, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se podrán fijar las condiciones en que se realizarán las protecciones y, en este caso, dicho Pliego de Condiciones Particulares especificará, concretamente, el tipo de protección elegido y sus características accidentales, tales como color, acabado, etc, cuando ello sea necesario. Salvo especificación en contrario, la mano de imprimación, cuando se trate de una protección a base de pintura, se realizará por el Contratista, en taller, antes de expedir las piezas terminadas.

No se efectuará la imprimación hasta que su ejecución haya sido autorizada por el Director, después de haber realizado la inspección de las superficies y uniones de la estructura terminada en taller.

No se imprimirán, ni recibirán, en general, ninguna capa de protección, las superficies que hayan de soldarse, en tanto no se haya ejecutado la unión; ni tampoco las adyacentes en una anchura mínima de cincuenta milímetros (50 mm), contada desde el borde del cordón. Cuando, por razones especiales, se juzgue conveniente efectuar una protección temporal, se elegirá un tipo de pintura fácilmente eliminable antes del soldeo.

Las superficies a imprimir se limpiarán cuidadosamente con la rasqueta y el cepillo de alambre; eliminando todo rastro de suciedad y de óxido, así como las escorias y las cascarillas. En estructuras sometidas a ambientes agresivos, será obligatoria la limpieza con chorro de arena.

Las manchas de grasa podrán eliminarse con lejía de sosa.

Entre la limpieza y la aplicación de la primera capa de protección debe transcurrir el menor espacio de tiempo posible.

Siempre que sea posible, la imprimación se efectuará en un local seco y cubierto, al abrigo del polvo. Si ello no es practicable podrá efectuarse la imprimación al aire libre; a condición de no trabajar en tiempo húmedo, ni en época de helada. Entre la aplicación de la capa de imprimación y la de las de acabado, deberá transcurrir un plazo mínimo de treinta y seis horas (36 h).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las condiciones en que hayan de realizarse los tratamientos de metalizado, con zinc o con aluminio, cuando sea éste el medio previsto para la protección de la estructura.

Se adoptarán las medidas adecuadas para evitar la corrosión de los elementos que apoyen directamente sobre fábricas, o que se empotren en las mismas.

#### **640.12 TOLERANCIAS DE FORMA**

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establezca otra cosa, las tolerancias máximas que se admitirán, respecto de las cotas de los Planos, en la ejecución y montaje de las estructuras metálicas, serán las siguientes:

- En el paso, gramiles y alineaciones de los agujeros destinados a roblones y tornillos, la décima parte (1/10) del diámetro de los roblones o tornillos.
- En las longitudes de soportes y vigas de las estructuras porticadas, cinco milímetros ( $\pm 5$  mm); teniendo en cuenta que las diferencias acumuladas no podrán exceder, en el conjunto de la estructura entre juntas de dilatación, de quince milímetros (15 mm).
- En las longitudes de las barras componentes de celosías triangulares, tres milímetros ( $\pm 3$  mm).
- En la luz total de una viga armada o de celosía, entre ejes de apoyo, el límite menor de los dos siguientes:
  - Diez milímetros (10 mm).
  - Un dos mil quinientosavo (1/2.500) de la luz teórica.
- En la flecha de soportes, el límite menor de los dos siguientes:
  - Quince milímetros (15 mm).
  - Una milésima (1/1.000) de la altura teórica.
- En la flecha de barras rectas de estructuras de celosía, el límite menor de los dos siguientes:
  - Diez milímetros (10 mm).
  - Un mil quinientosavo (1/1.500) de la distancia teórica entre nudos.
- La flecha del cordón comprimido de una viga, medida perpendicularmente al plano medio de la misma, no excederá del menor de los límites siguientes:
  - Diez milímetros (10 mm).
  - Un mil quinientosavo (1/1.500) de la luz teórica.

- Los desplomes de soportes no excederán del menor de los límites siguientes:
  - Veinticinco milímetros (25 mm).
  - Una milésima (1/1.000) de la altura teórica.
- Los desplomados de vigas en sus secciones de apoyo, sean de celosía o alma llena, no excederán de un doscientos cincuentavo (1/250) de su canto total; excepto para vigas carril, en las que la tolerancia anterior se reducirá a la mitad (1/2).

### 640.13 MEDICION Y ABONO

Las estructuras de acero se abonarán, en general, por kilogramos (kg) de acero, medidos por pesada en báscula oficial, y en el precio irán incluidos todos los elementos de unión y secundarios necesarios para el enlace de las distintas partes de la estructura.

No obstante, en caso que sea difícil o imposible la realización de las pesadas, se abonarán mediante medición teórica, en cuyo caso se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en las Normas UNE citadas en el Artículo 620 de este Pliego.

Para el peso de las chapas se tomará como peso específico del acero el de siete kilogramos y ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7,850 kg/dm<sup>3</sup>).

La suma de los resultados parciales obtenidos por cada pieza lineal y chapa será la medición.

Para otros perfiles especiales que pudieran emplearse, se fijarán los pesos unitarios que hayan de aplicarse mediante acuerdo entre el Contratista y el Director.

El abono de los casquillos, tapajuntas, y demás elementos accesorios y auxiliares de montaje, se considerará incluido en el de la estructura, salvo que se especifique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los roblones y tornillos utilizados, se abonarán por unidades, según sus tipos, medidos sobre los Planos.

La soldadura se abonará por metros (m) de un determinado tipo, medidos sobre los Planos.

Quando en el Proyecto no se especifique precio para el abono de las soldaduras, roblones o tornillos, se considerará que dicho abono está incluido en el de la estructura.

Los gastos de inspección radiográfica serán de cuenta del Contratista, si no se fija otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

TABLA 640.2.1

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES A TOPE EN CUALQUIER POSICION

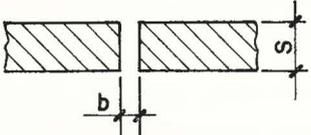
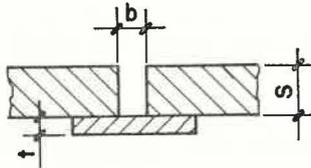
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones
1.1. Bordes rectos 1.1.1.	1 - 5	$\frac{S + 1}{2 - 0}$				Para soldaduras desde un solo lado
	3 - 6	$2 \begin{matrix} + 1 \\ - 0 \end{matrix}$				Para soldaduras desde los dos lados
1.1.2. Unión con chapa dorsal	1	$2 \begin{matrix} + 1 \\ - 0 \end{matrix}$				$1 \geq b. 8 \text{ mm. máx.}$
	2 - 5	$S \begin{matrix} + 1 \\ - 0 \end{matrix}$				

TABLA 640.2.2

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES A TOPE EN CUALQUIER POSICION

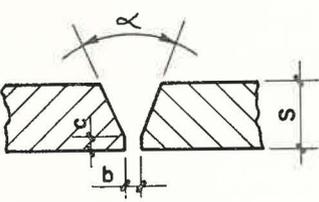
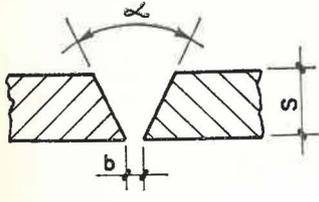
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones
1.2. En V						
1.2.1.	5 - $\leq$ 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -1 \end{matrix}$	2 $\begin{matrix} +0 \\ -1 \end{matrix}$	50° $\pm$ 5°		Con burilado y toma de raíz
	$\geq$ 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -2 \end{matrix}$	2 $\begin{matrix} +0 \\ -1 \end{matrix}$	45° $\pm$ 5°		
1.2.2.						
1.2.3.	5 - $\leq$ 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$	1 máx.	50° $\pm$ 5°		Con burilado y toma de raíz imposible
	> 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$	1 máx.	45° $\pm$ 5°		
1.2.4.						

TABLA 640.2.3

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES A TOPE EN CUALQUIER POSICION

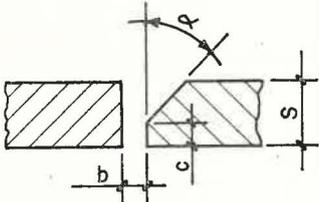
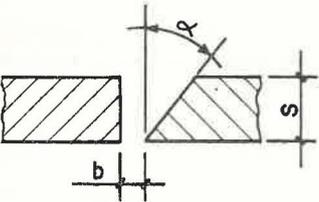
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones
1.3. En V asimétrica						
1.3.1.	6 - ≤ 10	2 ± 1	2 ± 1	45° ± 5°		Toma de raíz posible
	> 10	3 ± 1	2 ± 1	45° ± 5°		
1.3.2.						
1.3.3.	6 - ≤ 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$	1 máx.	45° ± 5°		Toma de raíz posible
	> 10	2 $\begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$	1 máx.	45° ± 5°		
1.3.4.						

TABLA 640.2.4

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES A TOPE EN CUALQUIER POSICION

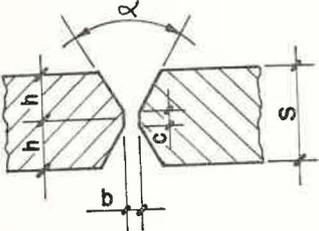
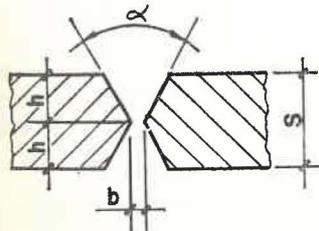
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones
<p>1.4. En X 1.4.1.</p> 	<p><math>\geq 12</math></p>	<p><math>3 \pm 1</math></p>	<p><math>3 \pm 1</math></p>	<p><math>50^\circ \pm 5^\circ</math></p>		<p><math>h = \frac{S}{2}</math> (simétrica)</p>
<p>1.4.2.</p> 	<p><math>&gt; 12</math></p>	<p><math>3 \pm 1</math></p>	<p>1 máx.</p>	<p><math>50^\circ \pm 5^\circ</math></p>		<p><math>h = \frac{S}{2}</math> (simétrica)</p>

TABLA 640.2.5

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES EN T EN CUALQUIER POSICION

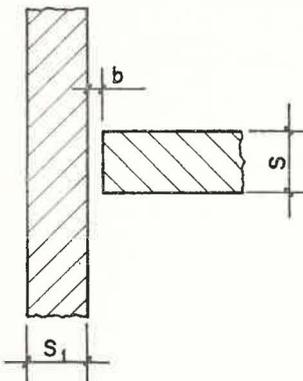
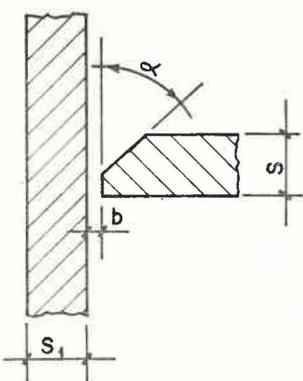
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones
<p>2.1. Bordes rectos</p> <p>2.1.1.</p> 	Cualquier espesor	$0 \leq \frac{S}{b} \leq \frac{S}{6}$ con 2 mm. máx.				
<p>2.2. En V asimétrica</p> <p>2.2.1.</p> 	IV 5	$3 \pm 1$	$3 \pm 1$	$45^\circ \pm 5^\circ$		Toma de raíz con un cordón de ángulo

TABLA 640.2.6

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO SEMIAUTOMATICO CON ALAMBRE MACIZO Y PROTECCION GASEOSA

UNIONES EN T EN CUALQUIER POSICION

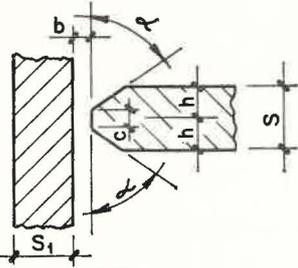
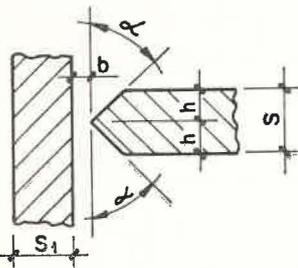
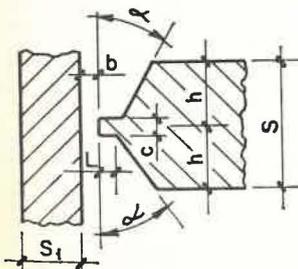
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones
<p>2.3. En K 2.3.1.</p> 	<p><math>\geq 6</math></p>	<p><math>3 \pm 1</math></p>	<p><math>2 \pm 1</math></p>	<p><math>45^\circ \pm 5^\circ</math></p>		<p><math>h = \frac{S}{2}</math> (simétrica)</p>
<p>2.3.2.</p> 	<p><math>\geq 6</math></p>	<p><math>2 \begin{matrix} +1 \\ -2 \end{matrix}</math></p>	<p>1 máx.</p>	<p><math>45^\circ \pm 5^\circ</math></p>		<p><math>h = \frac{S}{2}</math> (simétrica)</p>
<p>2.4.</p>						
<p>2.5. En doble U</p> 	<p><math>\geq 30</math></p>	<p><math>2 \begin{matrix} +1 \\ -2 \end{matrix}</math></p>	<p><math>3 \pm 1</math></p>	<p><math>25^\circ \pm 5^\circ</math></p>		<p><math>h = \frac{S}{2}</math> (simétrica) R = 8 <math>L = 3 \begin{matrix} +2 \\ -1 \end{matrix}</math></p>



TABLA 640.2.8

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO MANUAL CON ELECTRODOS DE PENETRACION NORMAL

SOLDEO EN LECHO Y EN VERTICAL ASCENDENTE						SOLDEO EN CORNISA							
UNIONES A TOPE													
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones	Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones
1.2. En V 1.2.1.	6-≤10 >10-25	0-2 0-2	2 ± 1 2 ± 1	70° +0° -10° 60° ± 5°		Burilado y toma de raíz Burilado y toma de raíz	1.2. En V 1.2.1.	≥10-20	3 +1 -0	2 ± 1	$\alpha_1 = 45^\circ +5^\circ$ -0° $\alpha_2 = 15^\circ +5^\circ$ -0°		Burilado y toma posible
1.2.2.	6-≤12 >12-25	3 +2 -0 5 +3 -0	2 +0 -1 2 +0 -1	55° ± 5° 55° ± 5°		70° +0° -10° para soldeo en vertical ascendente	1.2.2.						
1.2.3.	3-≤10 >10-25	2 +1 -0 2 +1 -0		70° +0° -10° 60° +5° -0°		Burilado y toma de raíz imposible Burilado y toma de raíz posible	1.2.3.	3-≤10 >10-20	2 +1 -0 2 +1 -0		$\alpha_1 = 45^\circ +5^\circ$ -0° $\alpha_2 = 0^\circ$ $\alpha_1 = 45^\circ +5^\circ$ -0° $\alpha_2 = 15^\circ +5^\circ$ -0°		
1.2.4.	3-≤12 >12-25	3 +2 -0 5 +3 -0		* 55° +5° -0° 55° +5° -0°		* 70° +0° -10° para soldeo en vertical ascendente	1.2.4.						



TABLA 640.2.10

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO MANUAL CON ELECTRODOS DE PENETRACION NORMAL

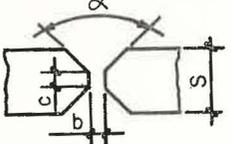
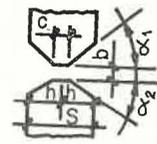
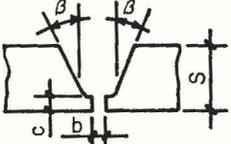
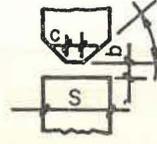
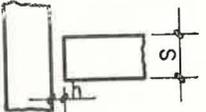
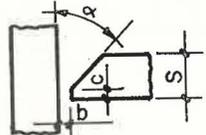
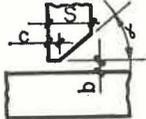
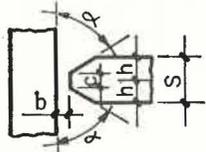
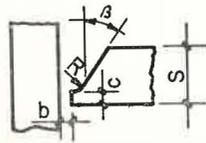
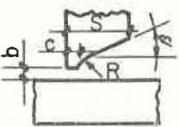
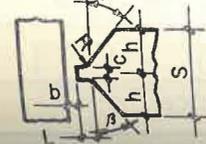
SOLDEO EN LECHO Y EN VERTICAL ASCENDENTE						SOLDEO EN CORNISA							
UNIONES A TOPE													
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones	Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones
1.4. En X 1.4.1.		3 ± 1	2 ± 1			$h = \frac{S}{2}$ (simétrica)	1.4. En X 1.4.1.		> 20	2 + 1 - 0	2 + 0 - 1	$\alpha_1 = 45^\circ + 5^\circ$ $- 0^\circ$  $\alpha_2 = 15^\circ + 5^\circ$ $- 0^\circ$	S $h = \frac{S}{2}$ (simétrica) Si se exige penetración completa hay que tomar disposiciones especiales
1.4.2.		> 13-20	3 ± 1		70° + 0° - 10°				$h = \frac{S}{2}$ (simétrica)	1.4.2.	> 20	2 + 1 - 0	
1.5. En U 1.5.1.		2 ± 1	3 ± 1		15° ± 5°	$R = 5$ $+ 2$ $- 0$	1.5.						
1.6. En doble U 1.6.1.		> 30	2 ± 1	3 ± 1	15° + 5° - 0°			$h = \frac{S}{2}$ (simétrica)	1.6.				
							1.7. En K 1.7.1.		10-20	2 + 1 - 0		$\alpha_1 = 45^\circ + 5^\circ$ $- 0^\circ$	S $h = \frac{S}{2}$ (simétrica) Si se exige penetración completa hay que tomar disposiciones especiales
							> 20		2 + 1 - 0	2 + 0 - 1	$\alpha_1 = 15^\circ + 5^\circ$ $- 0^\circ$		

TABLA 640.2.11

PREPARACION DE BORDES PARA SOLDEO MANUAL CON ELECTRODOS DE PENETRACION NORMAL

SOLDEO EN LECHO Y EN VERTICAL ASCENDENTE						SOLDEO EN CORNISA							
UNIONES EN T													
Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones	Sección	S (mm)	b (mm)	c (mm)	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	Observaciones
2.1. Borde recto 2.1.1. 	Todos los espesores	0 á $\frac{S}{5}$ con 2 mm. máx.					2.1.						
2.2. En V asimétrica 2.2.1. 	5-≤20	0 á 3	1 máx.	$55^\circ +5^\circ -0^\circ$			2.2. En V asimétrica 2.2.1. 	5-≤20	$\frac{S+1}{S-0}$	1 máx.	$55^\circ +5^\circ -0^\circ$		
2.3. En K 2.3.1. 	>13-25	0 á 3	$2 \begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	$55^\circ +50^\circ -0^\circ$		$h = \frac{2}{2}$ (simétrica)	2.3.						
2.4. En U asimétrica 2.4.1. 	> 16	0 á 3	$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	$20^\circ +5^\circ -0^\circ$		R = 8	2.4. En U asimétrica 2.4.1. 	> 16	0 á 3	$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	$20^\circ \pm 5^\circ$		
2.5. En doble U 	> 30	0 á 3	$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	$15^\circ +5^\circ -0^\circ$		$h = \frac{S}{2}$ (simétrica) R=8 $L = 3 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	2.5.						

## 650 CHAPADOS DE PIEDRA

### 650.1 DEFINICION

Se define como chapado de piedra todo revestimiento de los paramentos de una obra de fábrica, ejecutado con elementos de piedra en forma de placas o losas, en la que su tizón o espesor, sin exceder de quince centímetros (15 cm), sea inferior a la quinta parte de la altura de hilada.

### 650.2 MATERIALES

#### 650.2.1 Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como M 250, en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de este Pliego.

#### 650.2.2 Piedra

##### 650.2.2.1 Condiciones generales

La piedra a emplear en chapados deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano fino y uniforme, de textura compacta; y capaz de soportar, sin desperfectos, una presión de cuatrocientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (400 kgf/cm<sup>2</sup>).
- Carecer de grietas, coqueas, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

##### 650.2.2.2 Forma y dimensiones

Las dimensiones de las chapas de piedra serán las señaladas en los Planos.

##### 650.2.2.3 Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2 %), en peso.

### **650.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Las piezas de piedra se mojarán previamente a su colocación, así como el paramento de la fábrica que se reviste. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, en las juntas y en el trasdós, para unirlas con la fábrica. Las placas se fijarán con grapas de latón de cinco milímetros (5 mm) de diámetro, de forma que resulten todas las piezas perfectamente unidas y sujetas.

Por excepción, se permitirá el engrapado con redondos de acero; pero para su uso será precisa la autorización expresa del Director de las obras.

Se proscribe en absoluto el empleo de yeso.

### **650.4 MEDICION Y ABONO**

Los chapados de piedra se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de chapado de un determinado espesor realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos.

## 651 MAMPOSTERIA CAREADA

### 651.1 DEFINICION

Se define como mampostería careada aquella cuyos mampuestos están labrados por una sola cara, que define su frente o paramento.

### 651.2 MATERIALES

#### 651.2.1 Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el designado como M 250 en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de este Pliego.

#### 651.2.2 Mampuestos

##### 651.2.2.1 Condiciones generales

La piedra a emplear en mampostería deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Por excepción, podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asiento horizontales.

##### 651.2.2.2 Forma y dimensiones

Cada pieza deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla, o de impedir su correcta colocación; y será de una conformación tal, que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.

Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los Planos; y, si no existieran tales detalles al respecto, se proveerán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.

Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se empleen piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm).

Por lo menos un cincuenta por ciento (50 %) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo, de veinte decímetros cúbicos (20 dm<sup>3</sup>).

Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.

Se proibirán en los paramentos las piedras de pequeña dimensión o ripios. El desbaste podrá ejecutarse con martillo y trinchante.

Las tolerancias de desvío en las caras de asiento, respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; y, en todo caso, serán inferiores a un centímetro y medio (1,5 cm).

#### 651.2.2.3 Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2 %), en peso.

### 651.3 EJECUCION DE LAS OBRAS

Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Para los paramentos vistos, se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares; desbastándolos, si es preciso, con martillo y trinchante, pero sin exigir a estos mampuestos formas ni dimensiones determinadas; excluyéndose en todo caso el ripio. Los huecos del interior de la fábrica se rellenarán con piedras de menor tamaño; las cuales se acunarán con fuerza, de manera que el conjunto quede macizo, y que aquélla resulte con la suficiente trabazón.

Después de sentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del ancho del muro; evitando que éste quede dividido en hojas en el sentido del espeor; levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente a la del paramento; y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que está sometida la fábrica.

Quando el espesor del muro sea inferior a sesenta centímetros (60 cm), se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor; de forma que exista una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 m<sup>2</sup>) de paramento. Cuando el espesor sea superior se alternarán, en los tizones, mampuestos grandes y pequeños, para conseguir una trabazón perfecta.

Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice la construcción de la fábrica de mampostería con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contrario del Director de las obras.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se especifica ningún tipo de acabado de juntas de paramento, éstas se rascarán, para vaciarlas de mortero y otras materias extrañas, hasta una profundidad no inferior a cinco centímetros (5 cm); se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que éste penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente; la pasta se comprimirá con herramienta adecuada, acabándola de tal manera que, en el frente del paramento terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

Salvo que el Director disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en la fábrica mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua del trasdós de la misma; a razón de uno (1) por cada cuatro metros cuadrados (4 m<sup>2</sup>) de paramento.

#### **651.4 MEDICION Y ABONO**

La mampostería careada se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

## 652 MAMPOSTERIA CONCERTADA

### 652.1 DEFINICION

Se define como mampostería concertada la construida colocando, en sus paramentos vistos, mampuestos con sus caras labradas en forma poligonal más o menos regular, para que su asiento se verifique sobre superficies sensiblemente planas.

### 652.2 MATERIALES

#### 652.2.1 Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como M 250 en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de este Pliego.

#### 652.2.2 Mampuestos

##### 652.2.2.1 Condiciones generales

La piedra a emplear en mamposterías deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Por excepción, podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asiento horizontales.

##### 652.2.2.2 Forma y dimensiones

Cada piedra deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla, o de impedir su correcta colocación, y será de una conformación tal que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.

Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los Planos; y, si no existieran tales detalles al respecto, se proveerán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.

Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se empleen piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm).

Por lo menos un cincuenta por ciento (50 %) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo, de veinte decímetros cúbicos (20 dm<sup>3</sup>).

Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.

Los mampuestos se desbastarán, hasta conseguir formas más o menos regulares, labrándose en tosco con el picón.

Las tolerancias de desvío en las caras de asiento, respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; y, en todo caso, serán inferiores a un centímetro y medio (1,5 cm).

#### 652.2.2.3 Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2 %), en peso.

### 652.3 EJECUCION DE LAS OBRAS

Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Para los paramentos vistos se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares; desbastándolos, si es necesario, con martillo y trinchante, en formas uniformes, más o menos regulares o geométricas, de acuerdo con los Planos; y labrándolos en tosco con picón, salvo que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se especifique otro tipo de acabado para las caras vistas.

En el interior de la fábrica deberán rellenarse los huecos con piedras de menor tamaño; las cuales se acuñarán con fuerza, de manera que el conjunto quede macizo y que aquélla resulte con la suficiente trabazón.

Después de sentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del ancho del muro; evitando que éste quede dividido en hojas en el sentido del espesor; levantando siempre la mampostería interior simultáneamente con la del paramento; y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que está sometida la fábrica.

Cuando el espesor del muro sea inferior a sesenta centímetros (60 cm), se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor; de forma que exista una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 m<sup>2</sup>) de paramento. Si el espesor es superior se alternarán, en los tizones, mampuestos grandes y pequeños, para conseguir una trabazón perfecta.

Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice la construcción de la fábrica de mampostería con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contrario del Director de las obras.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se especifica ningún tipo de acabado de juntas de paramento, éstas se rascarán, para vaciarlas de mortero u otras materias extrañas, hasta una profundidad no inferior a cinco centímetros (5 cm); se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que éste penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente; la pasta se comprimirá con herramienta adecuada; acabándola de tal modo, que, en el frente del paramento, una vez terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

Las juntas de paramento tendrán una anchura máxima visible de tres centímetros (3 cm).

Salvo que el Director disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en la fábrica mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua del trasdós de la misma, a razón de uno (1) por cada cuatro metros cuadrados (4 m<sup>2</sup>) de paramento.

#### **652.4 MEDICION Y ABONO**

La mampostería concertada se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

## **653 MAMPOSTERIA DESCAFILADA**

### **653.1 DEFINICION**

Se define como mampostería descafilada aquella cuyos mampuestos están labrados en los bordes de una cara, que define el paramento, dejándose el resto de dicha cara saledizo o averrugado.

### **653.2 MATERIALES**

#### **653.2.1 Mortero**

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el designado como M 250 en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de este Pliego.

#### **653.2.2 Mampuestos**

##### **653.2.2.1 Condiciones generales**

La piedra a emplear en mamposterías deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueas, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Por excepción, podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asiento horizontales.

##### **653.2.2.2 Forma y dimensiones**

Cada piedra deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla, o de impedir su correcta colocación; y será de una conformación tal que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.

Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los Planos; y si no existieran tales detalles al respecto, se proveerán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.

Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se empleen piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm).

Por lo menos un cincuenta por ciento (50 %) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo, de veinte decímetros cúbicos (20 dm<sup>3</sup>).

Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.

Se llagueará el borde de las caras de paramento, con martillo o maceta; quedando el resto de la cara en forma salediza o averrugada, según el carácter de fortaleza que se quiera dar a la fábrica; el fondo de ella puede acondicionarse como la mampostería careada o incluso como el de la ordinaria.

Las tolerancias de desvío en las caras de asiento, respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; y, en todo caso, serán inferiores a un centímetro y medio (1,5 cm).

#### 653.2.2.3 Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2 %), en peso.

### 653.3 EJECUCION DE LAS OBRAS

Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Para los paramentos vistos se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares; desbastándolos, si es preciso, con martillo y trinchante, pero sin exigir a estos mampuestos formas ni dimensiones determinadas; y excluyéndose en todo caso el ripio. Los huecos del interior de la fábrica se rellenarán con piedras de menor tamaño; las cuales se acuñarán con fuerza, de modo que el conjunto quede macizo, y que aquélla resulte con la suficiente trabazón.

Después de sentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del ancho del muro; evitando que éste quede dividido en hojas en el sentido del espesor; levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente con la del paramento; y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que esté sometida la fábrica.

Cuando el espesor del muro sea inferior a sesenta centímetros (60 cm), se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor, de forma que exista una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 m<sup>2</sup>) de paramento. Si el espesor es superior se alternarán, en los tizones, mampuestos grandes y pequeños, para conseguir una trabazón perfecta.

Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice que la construcción de la fábrica de mampostería se realice con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contrario del Director de las obras.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se especifica ningún tipo de acabado de juntas de paramento, éstas se rascarán, para vaciarlas de mortero u otras materias extrañas, hasta una profundidad no inferior a cinco centímetros (5 cm); y se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que éste penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente; la pasta se comprimirá con herramienta adecuada; acabándola de tal modo que, en el frente del paramento terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

Salvo que el Director disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en la fábrica mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua del trasdós de la misma; a razón de uno (1) por cada cuatro metros cuadrados (4 m<sup>2</sup>).

#### **653.4 MEDICION Y ABONO**

La mampostería descafilada se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

## 654 MAMPOSTERIA EN SECO

### 654.1 DEFINICION

Se define como mampostería en seco la construida colocando los mampuestos a hueso, sin ningún mortero de unión entre ellos.

### 654.2 MATERIALES

#### 654.2.1 Condiciones generales

La piedra a emplear en mamposterías deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano uniforme, y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que, al golpearlas, no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueas, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.

Por excepción, podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asiento horizontales.

#### 654.2.2 Forma y dimensiones

Cada piedra deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla, o de impedir su correcta colocación; y será de una conformación tal, que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.

Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los Planos, y si no existieran tales detalles al respecto, se proveerán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.

Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se empleen piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm).

Por lo menos un cincuenta por ciento (50 %) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo, de veinte decímetros cúbicos (20 dm<sup>3</sup>).

Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.

Las tolerancias de desvío en las caras de asiento, respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; y, en todo caso, serán inferiores a un centímetro y medio (1,5 cm).

#### **654.2.3 Absorción de agua**

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2 %), en peso.

#### **654.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

La mampostería en seco deberá construirse con piedra arreglada con martillo hasta conseguir una forma regular; y, en lo posible, excluyéndose la de forma redonda. Las piedras se colocarán en obra de modo que se encajen perfectamente entre sí; eligiendo para colocar en los paramentos las de mayores dimensiones. Se evitará siempre la coincidencia de las juntas verticales. En el interior de la fábrica de mampostería se podrán utilizar ripios y mampuestos de menor tamaño, para rellenar los intersticios existentes entre los que constituyen la mampostería.

En las aristas se utilizarán los mampuestos de mayor dimensión, y que por su forma se adapten mejor a esa función. En los muros de espesor inferior a sesenta centímetros (60 cm) se dispondrán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlos en todo su espesor; de forma que exista, al menos, una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 m<sup>2</sup>) de paramento.

En la coronación de los muros se adoptarán las disposiciones previstas en los Planos; y, en su defecto, se dispondrán mampuestos de cobija que cubran todo el ancho de la misma.

Salvo que el Director de las obras disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en la fábrica mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua del tradós de la misma; a razón de uno (1) por cada cuatro metros cuadrados (4 m<sup>2</sup>) de paramento.

#### **654.4 MEDICION Y ABONO**

La fábrica de mampostería en seco se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

## **655 MAMPOSTERIA ORDINARIA**

### **655.1 DEFINICION**

Se define como mampostería ordinaria la construida colocando en obra, incluso en paramento, piedras o mampuestos de varias dimensiones sin labra previa alguna, arreglados solamente con martillo.

### **655.2 MATERIALES**

#### **655.2.1 Mortero**

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como M 250 en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de este Pliego.

#### **655.2.2 Mampuestos**

##### **655.2.2.1 Condiciones generales**

La piedra a emplear en mamposterías deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueas, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Por excepción, podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asiento horizontales.

##### **655.2.2.2 Forma y dimensiones**

Cada piedra deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla, o de impedir su correcta colocación; y será de una conformación tal que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.

Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los Planos y, si no existieran tales detalles al respecto, se proveerán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.

Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se empleen piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm).

Por lo menos un cincuenta por ciento (50 %) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo, de veinte decímetros cúbicos (20 dm<sup>3</sup>).

**Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.**

Los mampuestos se prepararán únicamente con martillo; pudiéndose emplear mampuestos de todas dimensiones, con las limitaciones anteriormente indicadas, incluso en paramentos.

Las tolerancias de desvío en las caras de asiento, respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; y, en todo caso, serán inferiores a un centímetro y medio (1,5 cm.)

#### 655.2.2.3 Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2 %), en peso.

### 655.3 EJECUCION DE LAS OBRAS

Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Los huecos que queden en la fábrica se rellenarán con piedras de menor tamaño; las cuales se acuñarán con fuerza, de forma que el conjunto quede macizo, y que aquélla resulte con la suficiente trabazón.

Después de sentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del espesor; levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente con la del paramento; y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que esté sometida la fábrica.

Cuando el espesor del muro sea inferior a sesenta centímetros (60 cm), se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor; de forma que exista al menos una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 m<sup>2</sup>). Si el espesor es superior se alternarán, en los tizones, mampuestos grandes y pequeños, para conseguir una trabazón perfecta.

Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice la construcción de la fábrica de mampostería con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contrario del Director de las obras.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se especifica ningún tipo de acabado de juntas de paramento, éstas se rascarán, para vaciarlas de mortero u otras materias extrañas, hasta una profundidad no inferior a cinco centímetros (5 cm); y se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que éste penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente; la pasta se comprimirá con herramienta adecuada, acabándola de modo que, en el frente del paramento terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

Salvo que el Director disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en la fábrica mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua del trasdós de la misma; a razón de uno (1) por cada cuatro metros cuadrados ( $4 \text{ m}^2$ ) de paramento.

#### **655.4 MEDICION Y ABONO**

La mampostería ordinaria se abonará por metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados ( $\text{m}^2$ ) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

## **656 SILLERIA**

### **656.1 DEFINICION**

Se define como sillería la fábrica construida con piedras talladas según dimensiones dadas, de acuerdo con despiezos geométricos previos, para que den juntas regulares en la unión de sus superficies de contacto.

Se excluyen de este capítulo los chapados de piedra empleados en revestimientos de otras fábricas.

### **656.2 MATERIALES**

#### **656.2.1 Mortero**

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como M 250 en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de este Pliego.

#### **656.2.2 Sillares**

##### **656.2.2.1 Condiciones generales**

La piedra a emplear en sillerías deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
- Carecer de grietas, coqueñas, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Se desecharán las piedras que presenten roturas o estén desportilladas.

##### **656.2.2.2 Forma y dimensiones**

Las dimensiones de los sillares serán las señaladas en los Planos de despiezo correspondientes. El tipo de labra será el indicado en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo indicación en contrario, se entenderá que la labra ha de ser fina y esmerada, tanto en paramentos como en lechos, sobrelechos y juntas; con aristas vivas y repasadas a cincel en toda su longitud.

Las superficies de lechos y sobrelechos serán perfectamente planas en toda su extensión; y las de las juntas en una profundidad de quince centímetros (15 cm), como mínimo.

#### 656.2.2.3 Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2 %), en peso.

### 656.3 EJECUCION DE LAS OBRAS

Las piezas se desbastarán en la cantera de donde se extraigan, con arreglo a las instrucciones del Director de las obras.

Este desbaste se ejecutará con martillo y puntero, dejando creces de dos centímetros (2 cm) a tres centímetros (3 cm) en cada cara.

Transportados los sillares a pie de obra, se procederá a la labra de paramentos y juntas: éstas en una extensión de quince centímetros (15 cm), como mínimo.

Los sillares se presentarán en obra sin mortero, a fin de comprobar si asientan debidamente. No se permitirá el uso de cuñas, como no sea provisionalmente para recibir los sillares.

Los sillares se mojarán antes de su colocación definitiva en obra. Cuando deban apoyarse sobre fábricas que no sean de sillería, lo harán por intermedio de una capa de mortero, cuyo espesor no deberá exceder de dos centímetros (2 cm) en punto alguno; para lo cual deberá dejarse convenientemente nivelada y enrasada la fábrica anterior.

El espesor y tratamiento de las juntas entre sillares se fijará en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo prescripción en contrario, se entenderá que su espesor no excederá de seis milímetros (6 mm).

Los sillares se situarán con cordel y plomada, en baño de mortero; y serán acuñados y asentados dos (2) o tres (3) veces, si es preciso, hasta que el mortero refluya por todas partes. Seguidamente se retirarán las eventuales cuñas. Las hiladas quedarán perfectamente a nivel.

Los resaltos y molduras se protegerán con maderas u otros medios, para evitar desperfectos.

Las coronaciones de muros irán sujetas por anclajes de bronce, empotrados con plomo en agujeros cuidadosamente preparados. Los dinteles suspendidos irán provistos igualmente de agujeros dotados de ganchos de hierro, retacados con plomo, y preparados para su anclaje en el hormigón, cuando éste constituya la estructura resistente del vano.

### 656.4 MEDICION Y ABONO

La sillería se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos. En casos particulares, podrá ser abonada por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) o metros (m) realmente ejecutados, medidos, asimismo, sobre los Planos.

## **657 FABRICAS DE LADRILLO**

### **657.1 DEFINICION**

Se definen como fábricas de ladrillo aquellas constituidas por ladrillos ligados con mortero.

### **657.2 MATERIALES**

#### **657.2.1 Ladrillos**

Ver Artículo 221, «Ladrillos huecos».

Ver Artículo 222, «Ladrillos macizos».

Ver Artículo 223, «Ladrillos perforados»

Si en los paramentos se emplea ladrillo ordinario, éste deberá ser seleccionado en cuanto a su aspecto, calidad, cochura y coloración, con objeto de conseguir la uniformidad o diversidad deseada.

El empleo de ladrillos especiales o prensados deberá preverse en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En cualquier caso, el Contratista estará obligado a presentar muestras para seleccionar el tipo y acabado.

En los paramentos es necesario emplear ladrillos y cementos que no produzcan eflorescencias.

#### **657.2.2 Mortero**

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el designado como M 250 para fábricas ordinarias, y M 450 para fábricas especiales, en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de este Pliego.

### **657.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Los ladrillos se colocarán según el aparejo previsto en los Planos o, en su defecto, que indique el Director de las obras. Antes de colocarlos se mojarán perfectamente en agua. Se colocarán a «torta y restregón», es decir: de plano sobre la capa de mortero, y apretán-

dolos hasta conseguir el espesor de junta deseado. Salvo especificaciones en contrario, el tendel debe quedar reducido a cinco milímetros (5 mm).

Las hiladas de ladrillo se comenzarán por el paramento y se terminarán por el trasdós del muro. La subida de la fábrica se hará a nivel, evitando asientos desiguales. Después de una interrupción, al reanudarse el trabajo se regará abundantemente la fábrica, se barrerá, y se sustituirá, empleando mortero nuevo, todo el ladrillo deteriorado.

Las interrupciones en el trabajo se harán dejando la fábrica en adaraja, para que, a su reanudación, se pueda hacer una buena unión con la fábrica interrumpida.

Los paramentos vistos tendrán, en cuanto a acabado de juntas, el tratamiento que fije el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En su defecto, se actuará de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director.

Los paramentos se harán con los cuidados y precauciones indispensables para que cualquier elemento se encuentre en el plano, superficie y perfil prescritos. En las superficies curvas las juntas serán normales a los paramentos.

En la unión de la fábrica de ladrillo con otro tipo de fábrica, tales como sillería o mampostería, las hiladas de ladrillo deberán enrasar perfectamente con las de los sillares o mampuestos.

#### **657.4 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

No se ejecutarán fábricas de ladrillo cuando la temperatura ambiente sea de seis grados centígrados (6° C), con tendencia a decrecer.

En tiempo caluroso, la fábrica se rociará frecuentemente con agua, para evitar la desecación rápida del mortero.

#### **657.5 MEDICION Y ABONO**

Las fábricas de ladrillo se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados, medidos sobre los Planos. Podrán ser abonadas por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados en los casos en que su espesor sea constante.

## **658 ESCOLLERA DE PIEDRAS SUELTAS**

### **658.1 DEFINICION**

Se define como escollera de piedras sueltas el conjunto de piedras, relativamente grandes, echadas unas sobre otras.

### **658.2 MATERIALES**

#### **658.2.1 Condiciones generales**

La piedra a emplear en escolleras será angulosa, y de una calidad tal, que no se desintegre por la exposición al agua o a la intemperie.

#### **658.2.2 Peso y dimensiones**

A menos que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señale otra cosa, el peso de cada una de las piedras variará entre diez kilogramos (10 kg) y doscientos kilogramos (200 kg); y no menos de un veinticinco por ciento (25 %) deberá pesar más de cien kilogramos (100 kg).

#### **658.2.3 Calidad**

El coeficiente de calidad, medido por el ensayo de Los Angeles, determinado según la Norma NLT-149/72, será inferior a cincuenta (50).

### **658.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Las zanjas de cimentación y demás excavaciones necesarias deberán realizarse por el Contratista de acuerdo con los Planos y las prescripciones del Director de las obras.

La piedra se colocará de forma que se obtengan las secciones transversales indicadas en los Planos.

El frente de las piedras será uniforme; y carecerá de lomos y depresiones, sin piedras que sobresalgan o formen cavidades respecto a la superficie general.

### **658.4 MEDICION Y ABONO**

La escollera de piedras sueltas se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos.

## **659 FABRICA DE GAVIONES**

### **659.1 DEFINICION**

Se define como fábrica de gaviones la constituida por dichos elementos, convenientemente colocados y enlazados para constituir una obra de defensa.

### **659.2 MATERIALES**

#### **659.2.1 Gaviones metálicos**

##### **659.2.1.1 Definición**

Se definen como gaviones metálicos las cajas de tela metálica, hecha de alambre de hierro galvanizado, que se rellenan de piedra o grava.

##### **659.2.1.2 Condiciones generales**

Los gaviones metálicos estarán formados por un enrejado metálico de triple torsión, construido con alambre galvanizado de diámetro superior a dos milímetros (2 mm).

Las aristas y los bordes del gavión estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un veinticinco por ciento (25 %) mayor que el del enrejado.

##### **659.2.1.3 Forma y dimensiones**

La forma y dimensiones de los gaviones metálicos serán las señaladas en los Planos.

En todo caso, una vez montados y rellenos, tendrán una forma regular, sin alabeos ni deformaciones, tanto si se trata de gaviones paralelepípedicos como cilíndricos.

#### **659.2.2 Piedra a emplear en el relleno de gaviones**

##### **659.2.2.1 Condiciones generales**

La piedra a emplear en el relleno de gaviones será natural o procedente de cantera, de una calidad tal que no se desintegre por la exposición al agua o a la intemperie.

##### **659.2.2.2 Dimensiones**

El tamaño mínimo de las piedras será el indicado en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Dicho tamaño habrá de ser, en todo caso, superior a la abertura de la malla del gavión.

### 659.2.2.3 Calidad

El coeficiente de calidad, medido por el ensayo de Los Angeles, determinado según la Norma NLT-149/72, será inferior a cincuenta (50).

### 659.2.2.4 Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2 %), en peso.

## 659.3 FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de la fábrica de gaviones serán las señaladas en los Planos.

## 659.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

Los gaviones se extenderán, antes de rellenarlos, sujetando los vértices de su base con barras de hierro, estacas u otros medios adecuados. Se montarán cosiendo sus aristas con alambre galvanizado de, al menos, dos milímetros (2 mm) de diámetro; y se atarán igualmente con alambre galvanizado a los ya colocados.

En los gaviones de grandes dimensiones se sujetarán, si resulta necesario, sus caras mayores por medio de un entablonado, para evitar deformaciones durante el relleno. A este fin, se dispondrán también tirantes de alambre galvanizado, igual que el empleado en ligar las aristas, que unan convenientemente las distintas caras del gavión.

En el relleno se procurará colocar las piedras de mayor tamaño en los paramentos del gavión; y se efectuará de modo que quede el menor número posible de huecos; tomando las precauciones señaladas anteriormente y, en general, todas las que, a juicio del Director de las obras, sean necesarias para evitar deformaciones.

Una vez efectuado el relleno, se cerrará el gavión, cosiendo la tapa con alambre del empleado en ligaduras.

## 659.5 MEDICION Y ABONO

La fábrica de gaviones metálicos se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente colocados en obra, medidos en el terreno.

## **670 CIMENTACIONES POR PILOTES HINCADOS A PERCUSION**

### **670.1 DEFINICION**

Se definen como cimentaciones por pilotes hincados a percusión, las realizadas mediante hinca en el terreno, por percusión sobre su cabeza, sin rotación, de pilotes de hormigón armado, hormigón pretensado, acero o madera.

### **670.2 MATERIALES**

#### **670.2.1 Pilotes de hormigón armado o pretensado**

Ver Artículo 630, «Obras de hormigón en masa o armado», y Artículo 631, «Obras de hormigón pretensado».

El tipo de hormigón a emplear será el fijado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En cualquier caso, la dosificación de cemento no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico ( $350 \text{ kg/m}^3$ ), ni el tamaño máximo del árido grueso superior a veinticinco milímetros (25 mm).

Se emplearán encofrados metálicos, suficientemente robustos para que las caras del pilote queden bien planas y lisas. El hormigonado se hará de una sola vez y sin interrupciones. Se cuidará especialmente que las armaduras queden bien fijas; de modo que el recubrimiento sea, en todo caso, el especificado en los Planos. La compactación del hormigón se hará por vibración.

La playa o plataforma sobre la cual se hormigonan los pilotes estará pavimentada con hormigón perfectamente liso y plano; y se comprobará que la resistencia del terreno es tal que no puedan producirse asientos que originen esfuerzos superiores a los que pueda resistir el pilote durante su período de endurecimiento. Esto habrá que tenerlo especialmente en cuenta cuando se hormigonan varias capas de pilotes superpuestas, y la carga producida sobre el terreno pueda llegar a ser importante.

Las superficies de hormigón que puedan quedar en contacto con el pavimento de la playa, tales como las de la cara inferior de los pilotes, se pintarán con sustancias separadoras adecuadas, o se interpondrá una capa de papel; de modo que no sean precisos esfuerzos extraordinarios para arrancar los pilotes de su lugar de hormigonado.

Cada pilote se marcará con un número de identificación, la fecha de su hormigonado, y su longitud.

Se tomarán las precauciones usuales para un curado conveniente; el cual se prolongará lo necesario para que los pilotes adquieran la resistencia precisa para su transporte e hincada. Si los pilotes hubieran de ser hincados en terrenos agresivos, o quedar expuestos al agua del mar, el período de curado no podrá ser inferior a veintiocho días (28 d). En este caso los pilotes habrán de protegerse con una pintura protectora adecuada.

Si es necesario empalmar barras de la armadura longitudinal, no deberán coincidir varios empalmes en la misma sección transversal del pilote. La punta del pilote, en una longitud mínima de treinta centímetros (30 cm), estará protegida por un azuche de hierro fundido o acero moldeado, el cual estará soldado a las armaduras longitudinales y suplementarias de refuerzo.

### 670.2.2 Pilotes de acero

Ver Artículo 620, «Productos laminados para estructuras metálicas».

Ver Artículo 621, «Roblones».

Ver Artículo 622, «Tornillos ordinarios y calibrados».

Ver Artículo 623, «Tornillos de alta resistencia».

Ver Artículo 624, «Electrodos a emplea en soldadura eléctrica manual al arco».

Los pilotes de acero estarán imprimados por una o varias manos de pintura de minio, y protegidos por pinturas de tipo marítimo o bituminoso. No se admitirá el alquitrán, a menos que esté neutralizado con cal apagada, o con cualquier otra sustancia que haga que su reacción sea prácticamente neutra.

Si el pilote está constituido por varios trozos, los correspondientes empalmes se harán de forma que su resistencia no sea inferior a la de la sección normal del pilote, y quede garantizada la perfecta alineación de los diversos trozos.

Se autoriza el empleo de forros o platabandas para asegurar los empalmes; siendo preferible que estén situados en las zonas entrantes del pilote.

### 670.2.3 Pilotes de madera

Ver Artículo 286, «Madera».

La madera a emplear en pilotes deberá cumplir, además, las siguientes condiciones:

- Las oquedades que pueda presentar la madera tendrán un diámetro inferior a cuatro centímetros (4 cm), y una profundidad inferior a un quinto (1/5) del diámetro medio del pilote. Las hendiduras longitudinales serán en todo caso de longitud menor de vez y media (1,5) el diámetro medio del pilote. En particular, la madera contendrá el menor número posible de nudos, los cuales tendrán un diámetro inferior a diez centímetros (10 cm), o a un tercio (1/3) del diámetro medio del pilote.
- No se admitirán pilotes que presenten un giro, en sus fibras, superior a ciento ochenta grados sexagesimales (180°) en una longitud de cinco metros (5 m).
- Los pilotes de madera deberán ser bien rectos; y la línea recta que une los centros de las secciones de punta y cabeza deberá quedar incluida, en su totalidad, dentro del pilote; el cual, por otra parte, no presentará codós que supongan una desviación mayor de seis centímetros (6 cm) en una longitud de metro y medio (1,5 m).

Salvo prescripción en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los pilotes irán desprovistos de su corteza en la longitud destinada a quedar hincada en el terreno; y la mantendrán en las partes que permanezcan fuera, especialmente las que han de quedar sumergidas en el agua.

Los fustes de los pilotes estarán desprovistos de toda clase de salientes; a cuyo efecto deberán cortarse las ramas o nudos que posean.

A menos que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, los pilotes no se someterán a ningún tratamiento preservativo contra la pudrición de la madera, excepto en la zona cerrada de la punta; la cual deberá protegerse con dos (2) manos de pintura de creosota, o cualquier otra de tipo similar, previamente aprobada por el Director de las obras.

La punta irá protegida por un azuche, de la forma y dimensiones que se señalen en los Planos. A su vez, la cabeza del pilote irá provista de un aro de hierro, ajustado en caliente, para evitar que se hienda por efecto de los golpes de la maza.

Las condiciones anteriormente indicadas serán de aplicación a obras definitivas. Para obras provisionales el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará las que pueden suprimirse o suavizarse, de acuerdo con las características peculiares de cada obra.

### **670.3 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

Las mazas empleadas pueden ser de caída libre, o bien de simple o doble efecto. El peso de las dos primeras estará proporcionado al peso del pilote; siendo preferible que, en el caso de pilotes de madera o metálicos, el peso de la maza sea aproximadamente igual al del pilote, y no menor de la mitad (1/2) de éste. En el caso de pilotes de hormigón armado, pueden emplearse mazas que pesen aproximadamente la mitad (1/2) que el pilote; en pilotes de longitud superior a veinte metros (20 m) podrá admitirse que el peso de la maza sea igual al de una longitud de diez metros (10 m) de pilote.

En la hincada de pilotes de hormigón armado la altura de caída de la maza no deberá exceder de un metro veinticinco centímetros (1,25 m). Las mazas de doble efecto se emplearán siguiendo las instrucciones del Director.

### **670.4 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Durante la hincada, la cabeza de los pilotes de madera no precisará protección especial, siempre que lleve el aro de hierro ajustado en caliente al que se ha hecho referencia en el apartado 670.2.3.

Los pilotes de hormigón armado precisarán, en cambio, de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad, como madera dura, cartón embreado, cáñamo trenzado, o cualquier otro material análogo. El espesor de esta almohadilla no deberá ser excesivo, para no rebajar demasiado la eficacia del golpe de la maza.

Los pilotes metálicos, cuando se hincan con mazas de doble efecto, no precisarán protección especial; cuando se hincan con los otros dos tipos de maza necesitarán un sombrerete, que deberá ser lo suficientemente resistente para no deformarse bajo el impacto; pero sin precisar previamente almohadilla.

La lanza de agua, o inyección de agua a presión durante la hinca, podrá emplearse en los casos en que sea difícil o imposible alcanzar la profundidad de hinca fijada en los Planos por tener que atravesar capas de terreno firme. La lanza de agua deberá emplearse tan sólo con autorización del Director y se aplicará con presiones y caudales no excesivos, para evitar daños en construcciones o pavimentos vecinos.

El empleo de la lanza de agua se suspenderá antes de la terminación de la hinca, que debe siempre acabarse por el procedimiento ordinario. También se suspenderá si el pilote empieza a torcerse, por producirse una perturbación excesiva del terreno.

Los pilotes prefabricados se hincarán hasta obtener el rechazo fijado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; o bien hasta la profundidad especificada en el mismo. En este último caso, si no se especifica otra cosa en dicho Pliego, no se podrá proseguir la hinca, aunque no se hubiere llegado a la profundidad indicada, cuando el rechazo llegue a ser tan pequeño que la solicitación producida por el impacto de la maza sea capaz de dañar el pilote.

En el caso de hinca de grupos cerrados de pilotes, se comenzará hincando las filas centrales; siguiendo después hacia las exteriores.

El Contratista confeccionará un parte de hinca de cada pilote, en el que figurará, al menos:

- Su posición.
- Número de identificación.
- Maza empleada.
- Horas de comienzo y terminación de la hinca.
- Longitud total hincada.
- Rechazo obtenido en las últimas dos andanadas de diez (10) golpes cada una, con la altura de caída correspondiente; o bien, si se trata de mazas de doble efecto, el número de golpes por minuto.

Se especificará también el sombrerete usado y cualquier incidente ocurrido durante la hinca.

Los pilotes que se hayan roto durante la hinca no serán aceptados. Serán particularmente sospechosos de haberse roto los pilotes que, habiendo llegado a dar un rechazo muy pequeño, comiencen súbitamente a dar un rechazo mucho mayor.

Los pilotes rotos podrán ser extraídos y sustituidos por otros hincados en el mismo lugar, si la extracción es completa. En otros casos, podrán ser sustituidos por uno o dos pilotes hincados en sus proximidades; variando, si conviene, la forma y armaduras del encepado. La sustitución será siempre sometida a la previa aprobación del Director.

Los pilotes mal hincados, por falta de precisión en su posición o inclinación, podrán ser sustituidos como un pilote roto; o bien podrán ser aceptados a juicio del Director; modificando, en su caso, el encepado.

Si, por causa de una obstrucción subterránea, un pilote no pudiera hincarse hasta la profundidad especificada en los Planos, el Contratista deberá intentar proseguir la hinca con los medios que prescriba el Director, tales como rehincas o lanza de agua.

En el caso de que los pilotes hayan de ser recrecidos después de su hincada parcial, el hormigonado de la sección recrecida se hará con moldes que aseguren una alineación lo más perfecta posible entre las dos secciones. Las armaduras se empalmarán por solape o por soldadura a tope, debiendo emplearse esta última solución siempre que sea factible.

El período de curado de la sección recrecida no será menor de veintiocho días (28 d).

En el caso de pilotes compuestos por varias secciones que se vayan empalmando a medida que se hinquen, la resistencia a compresión del pilote no se considerará superior a la resistencia de la mencionada junta; la cual estará dispuesta de modo que asegure una perfecta alineación entre las diversas secciones.

Después de la hincada, se demolerán las cabezas de los pilotes de hormigón armado, hasta dejarlas al nivel especificado; y, en todo caso, en una longitud suficiente para sanear todo el hormigón que pueda haber quedado resentido por el golpeo de la maza; estimándose esta longitud, cuando menos, en medio metro (0,5 m). La demolición se hará con cuidado, para no dañar el hormigón restante.

En el caso de utilizar pilotes de prueba, deberán situarse en un punto lo más próximo posible al de los pilotes de trabajo, pero a una distancia mínima de la mitad (1/2) de su longitud. Durante su hincada se registrará el rechazo obtenido en cada andanada desde el comienzo de la operación.

Igualmente, el Director podrá ordenar la rehincada de algunos pilotes de prueba, algún tiempo después de ejecutada la hincada primitiva.

La carga hasta el hundimiento de los pilotes de prueba se efectuará cargando el pilote por medio de gatos o lastre. Para determinar la aceptabilidad de la cimentación, se calculará la influencia de los asientos diferenciales probables, deducidos de las pruebas, sobre la superestructura.

Siempre que existan dudas sobre las condiciones de resistencia de algunos de los pilotes de trabajo, el Director podrá ordenar la ejecución de pruebas de carga sobre los mismos; no excediendo la carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125 %) de la carga de trabajo. A la vista de los resultados de la prueba de carga, el Director adoptará la solución más adecuada.

#### **670.5 TOLERANCIAS EN LA POSICION DE LOS PILOTES**

Si no se especifica otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los pilotes deberán quedar hincados en una posición que no difiera en más de cinco centímetros (5 cm), para los grupos de dos (2) pilotes conjuntamente encepados, y más de quince centímetros (15 cm) para los grupos de más de dos (2) pilotes, de la señalada en los Planos; y con una inclinación tal que la desviación de un extremo, respecto de la prevista, no sea mayor del tres por ciento (3 %) de la longitud del pilote.

Se exceptúan de esta regla los pilotes hincados desde plataformas flotantes, para los que se especificarán las tolerancias en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En el caso de que se trate de pilotes cuya punta deba descansar sobre un estrato muy resistente, se vigilará, mediante una cuidadosa nivelación, que la hinca de unos pilotes no produzca la elevación de los ya hincados; lo cual podría ocasionar que éstos perdieran el contacto con el mencionado estrato. Si así fuera, se procederá a rehincar los pilotes hasta asegurar el mencionado contacto.

#### **670.6 MEDICION Y ABONO**

Las cimentaciones por pilotes hincados a percusión se abonarán por metros (m) de pilote realmente colocados, medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado.

Cuando la longitud de hinca sea menor que la prevista en los Planos, por causas no imputables al Contratista, se abonará la longitud teórica correspondiente.

Las pruebas de carga previstas en Proyecto se abonarán a los precios unitarios establecidos.

Las pruebas de carga en los pilotes de trabajo serán a cargo del Contratista si su realización se produce por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso, o por causas que le sean imputables.

## 671 CIMENTACIONES POR PILOTES DE HORMIGÓN ARMADO MOLDEADOS IN SITU

### 671.1 DEFINICION

Se definen como cimentaciones por pilotes de hormigón armado moldeados in situ las realizadas mediante pilotes de hormigón armado, cuya ejecución se efectúa perforando previamente el terreno y rellenando la excavación con hormigón fresco y las correspondientes armaduras.

Se consideran los siguientes tipos de pilotes moldeados in situ.

— Atendiendo a la utilización de la entubación:

- Pilotes de entubación perdida: La entubación constituye la protección exterior o forro del pilote; y puede ser de hormigón armado, o de acero.
- Pilotes de entubación recuperable: La entubación se extrae a medida que se hormigona el pilote; y es siempre de acero.

— Atendiendo a la forma de introducir la entubación en el terreno:

- Pilotes de desplazamiento: La entubación se hinca desplazando el terreno por percusión.
- Pilotes sondeados: La entubación se introduce en el terreno, extrayendo al mismo tiempo los productos de su interior mediante una cuchara, una sonda o cualquier otro artificio.

— Atendiendo a la forma de la entubación:

- Pilotes de entubación abierta: La entubación no tiene fondo, y puede ser introducida en el terreno por hincada o sondeo.
- Pilotes de entubación cerrada: La entubación tiene fondo, constituyendo una caja prácticamente impermeable que aísla al pilote del terreno. En este caso los pilotes son, necesariamente, de entubación perdida y de desplazamiento.
- Pilotes de entubación abierta, hincada con tapón de grava u hormigón, o bien con azuche perdido: Durante la hincada la entubación se comporta como cerrada, pero luego suele recuperarse, funcionando como una entubación abierta.

## **671.2 MATERIALES**

### **671.2.1 Hormigón**

Ver Artículo 610, «Hormigones».

Cumplirá, además, las siguientes condiciones:

- Tener una docilidad suficiente para garantizar una continuidad absoluta en su ejecución, aun extrayendo la entubación, con una consistencia líquida.
- No ser atacable por el terreno circundante.

La resistencia característica del hormigón será la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **671.2.2 Armaduras**

Ver Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado».

Las armaduras transversales se sujetarán a las longitudinales, por ataduras o soldadura. En pilotes hasta de diez metros (10 m) de longitud podrán admitirse las ataduras; pero, a partir de esta longitud, las armaduras deberán estar soldadas entre sí, al menos en uno (1) de cada dos (2) puntos de contacto.

## **671.3 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

Ver Artículo 630, «Obras de hormigón en masa o armado».

El equipo necesario para la ejecución de las obras ofrecerá las máximas garantías en cuanto se refiere a los extremos siguientes:

- Precisión en la hincada de la entubación.
- Mínima perturbación del terreno.
- Continuidad de los pilotes.
- Calidad del hormigón.

## **671.4 EJECUCION DE LAS OBRAS**

En el hormigonado de los pilotes se pondrá el mayor cuidado en conseguir que el pilote quede, en toda su longitud, con su sección completa; sin vacíos, bolsas de aire o agua, coque, cortes, ni estrangulamientos. También se deberán evitar el deslavado y segregación del hormigón fresco.

En los pilotes de entubación cerrada, ésta se limpiará, de modo que no quede tierra, agua, ni objeto o sustancia que pueda producir disminución en la resistencia del hormigón. Lo mismo se hará con los pilotes de entubación abierta con tapón o azuche perdidos.

En los demás tipos de pilotes de entubación abierta, se procederá, inmediatamente antes del comienzo del hormigonado, a una limpieza muy cuidadosa del fondo del taladro. Sin embargo, si la sedimentación en dicho fondo rebasase los cinco centímetros (5 cm), se echará en

el mismo un volumen de gravilla muy limpia y de gradación uniforme, sin nada de arena, equivalente a unos quince centímetros (15 cm) de altura dentro del taladro construido. Esta gravilla formará un apoyo firme para el pilote, absorbiendo en sus huecos la capa de fango que haya sido imposible limpiar.

Las armaduras longitudinales se asentarán sobre una ligera torta de hormigón, de altura inferior al diámetro del pilote; y se dispondrán bien centradas y sujetas.

Durante el hormigonado de los pilotes de entubación recuperable, se irá elevando dicha entubación, de modo que quede siempre un tapón de hormigón en el fondo de la misma, que impida la entrada del terreno circundante.

En los pilotes de entubación recuperable el hormigonado se hará en seco, o bien con el tubo lleno de agua; debiendo elegir el Director de las obras uno u otro procedimiento según la naturaleza del terreno. Si se hormigona con el tubo lleno de agua, el hormigón se colocará en obra por medio de una cuchara, tubo, bomba o cualquier artificio que dificulte su deslavado.

Si el hormigonado se hace con agua en el tubo, se hormigonará la cabeza del pilote hasta una cota superior en treinta centímetros (30 cm) a la de los Planos; y se demolerá posteriormente este exceso por estar constituido por lechada deslavada que refluye por encima del hormigón colocado. Si al efectuar dicha demolición se observa que los treinta centímetros (30 cm) no han sido suficientes para eliminar todo el hormigón deslavado y de mala calidad, se proseguirá la demolición hasta sanear la cabeza completamente, reemplazando el hormigón demolido por hormigón nuevo, bien adherido al anterior.

El hormigonado de un pilote se hará, en todo caso, sin interrupción; de modo que, entre la introducción de dos masas sucesivas, no pase tiempo suficiente para la iniciación del fraguado. Si, por alguna avería o accidente, esta prescripción no se cumpliera, el Director decidirá si el pilote puede terminarse y considerarse válido, o no. En el caso de que se interrumpa el hormigonado bajo agua, la aceptación del pilote se hará tan sólo excepcionalmente, y en pilotes que hayan de trabajar con muy poca carga. El pilote que haya sido rechazado por el motivo indicado, habrá de ser rellenado, sin embargo, en toda su longitud abierta en el terreno. La parte de relleno, después de rechazado el pilote, podrá ejecutarse con hormigón H 50, pero su ejecución se hará con los mismos cuidados que si se tratara de un pilote que hubiera de ser sometido a cargas.

El Contratista confeccionará un parte de trabajo de cada pilote; en el que figurará, al menos:

- La fecha y hora de comienzo y fin de la introducción de la entubación.
- La profundidad total alcanzada por la entubación y por el taladro.
- La profundidad hasta la que se ha introducido la armadura, y la longitud y constitución de la misma.
- La profundidad del nivel de la superficie del agua en el taladro al comienzo del hormigonado.
- La fecha y hora del comienzo y terminación del mismo.

En el caso de pilotes sondeados, se registrará la calidad y espesor de los estratos atravesados; y se tomarán muestras inalteradas del terreno, en la forma y con la frecuencia que ordene el Director.

Sobre alguno de los pilotes de prueba, o bien sobre cualquiera de los de trabajo, se efectuarán pruebas de carga, previstas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o las que, en su defecto, ordene el Director.

En el caso de que las pruebas de carga produjesen asientos excesivos y se demostrase que ello se debía a defecto del pilote, por causas imputables al Contratista, el Director podrá ordenar la ejecución de tres (3) pruebas de carga suplementaria por cada pilote defectuoso que se haya encontrado; debiendo limitarse estas pruebas suplementarias a aplicar sobre el pilote una carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125 %) de la de trabajo. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, definirán los criterios a seguir para la aceptación o rechazo de la cimentación, a la vista de los resultados de los ensayos de carga o de cualquier otra comprobación que se realice.

#### **671.5 TOLERANCIAS EN LA POSICION DE LOS PILOTES**

Si no se especifica otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, los pilotes deberán quedar colocados en una posición que no difiera en más de quince centímetros (15 cm) de la señalada en los Planos; y con una inclinación tal que la desviación del extremo, respecto de la prevista, no sea mayor del tres por ciento (3 %) de la longitud del pilote.

#### **671.6 MEDICION Y ABONO**

Las cimentaciones por pilotes moldeados in situ se abonarán por metros (m) de pilote realmente ejecutados medidos en el terreno como suma de las longitudes de cada uno de ellos, desde la punta hasta la cara inferior del encepado.

Las pruebas de carga previstas en Proyecto se abonarán a los precios unitarios establecidos.

No se abonarán:

- Las pruebas de carga en los pilotes de trabajo, si se realizan por dudas en su validez, como consecuencia de un trabajo defectuoso, o por causas que sean imputables al Contratista.
- El exceso de hormigón en las cabezas de los pilotes hormigonados con agua en el tubo.
- La demolición de la cabeza del pilote, por incluirse dentro del precio del propio pilote.

## **672 PANTALLAS CONTINUAS DE HORMIGON ARMADO MOLDEADAS IN SITU**

### **672.1 DEFINICION**

Se definen como pantallas continuas de hormigón armado moldeadas in situ las paredes construidas mediante la perforación en el terreno de zanjas profundas y alargadas, sin necesidad de entibaciones, y su relleno posterior de hormigón, constituyendo una estructura continua, capaz de resistir empujes laterales y cargas verticales.

Si las características del terreno lo exigen, la perforación de la zanja se realizará empleando lodos tixotrópicos. La ejecución de la pantalla se efectúa por paneles independientes e incluye las operaciones siguientes:

- Operaciones previas.
- Perforación de zanjas, con empleo eventual de lodos tixotrópicos.
- Colocación de encofrados de juntas entre paneles.
- Colocación de armaduras.
- Hormigonado de paneles.
- Extracción de encofrados de juntas.
- Demolición de cabezas de paneles.
- Ejecución de la viga de atado de paneles.
- Regularización y limpieza superficial del paramento visto de la pantalla, de acuerdo con lo previsto en el Proyecto.

También se incluye en esta unidad la ejecución de los apoyos provisionales o definitivos, tales como apuntalamientos, anclajes, banquetas, etc, necesarios para garantizar la estabilidad de la pantalla durante y después de las excavaciones previstas en sus proximidades.

### **672.2 MATERIALES**

#### **672.2.1 Hormigón**

Ver Artículo 610, «Hormigones».

El hormigón para la pantalla propiamente dicha tendrá, al menos, las características exigidas al tipo H 175. Su consistencia, medida según la Norma UNE 7183, estará comprendida entre catorce a dieciocho centímetros (14 a 18 cm). La dosificación de cemento no será infe-

rior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico ( $350 \text{ kg/m}^3$ ) y el tamaño máximo del árido será de treinta milímetros (30 mm) si es rodado, y de veinte milímetros (20 mm) si es de machaqueo.

Deberá estudiarse el tiempo de comienzo de fraguado del hormigón de forma que el tiempo necesario para su transporte y puesta en obra no supere el setenta por ciento (70 %) de aquél.

Si hiciera falta utilizar algún aditivo para que el hormigón cumpla las condiciones anteriores se comprobará su compatibilidad con el cemento y los efectos que produce, según la dosificación.

El hormigón para los muretes-guía tendrá, al menos, las características exigidas al tipo H 150. Su consistencia, medida según la Norma UNE 7183, será plástica. La dosificación de cemento no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico ( $250 \text{ kg/m}^3$ ) y el tamaño máximo del árido será de cincuenta milímetros (50 mm).

### **672.2.2 Armaduras**

Las armaduras podrán estar constituidas por redondos, de acero normal liso o de acero especial corrugado, y cumplirán lo especificado en el Artículo 600, «Armaduras a emplear en hormigón armado», del presente Pliego.

### **672.2.3 Anclajes estabilizadores de la pantalla**

Cuando se utilice este tipo de apoyo lateral de la pantalla, los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberán definir las siguientes características de los anclajes:

- Tipo estructural de anclaje, indicando:
  - Si es activo o pasivo.
  - Modo de anclaje: por bulbo, inyectado, por placa terminal, por casquillo, etc.
  - Si es provisional o definitivo.
- Carga de servicio y coeficiente de seguridad con respecto a la rotura.
- Variación admisible de la carga, en servicio.
- Deformación máxima admisible, en servicio.
- Protección contra la corrosión, para anclajes permanentes.
- Operaciones adicionales que debe permitir el anclaje, tales como: reinyección, retesado, recuperación de la cabeza, comprobación de tesado, etc.
- Longitud mínima libre del anclaje, entre cabeza y bulbo, por razones de proyecto.
- Longitud estimada del bulbo o zona de anclaje.
- Otras características de interés especial para la obra.

Antes de la ejecución de los anclajes, el Director de las obras deberá aprobar las restantes características que no hayan sido definidas en el Proyecto. Asimismo el Contratista deberá presentar la documentación técnica que acredite suficientemente el buen comportamiento del anclaje.

Una vez cumplimentado este requisito, se comprobará mediante ensayos in situ que los anclajes cumplen las condiciones de resistencia y deformabilidad requeridas. A estos efectos se indicará en el Proyecto el número y tipo de ensayos a efectuar. En su defecto, se realizarán los ensayos que indique el Director.

En obras de pequeña importancia se podrán omitir los ensayos previos in situ, si a juicio del Director se tiene suficiente experiencia del comportamiento del anclaje en ese tipo de terreno.

#### **672.2.4 Lodo tixotrópico**

Si se emplea lodo tixotrópico en la perforación, éste deberá cumplir las siguientes características:

##### **A las veinticuatro horas (24 h) de la fabricación (lodo fresco):**

- Viscosidad medida en el Cono Marsh: entre treinta y dos (32) y treinta y cinco (35) segundos.
- pH: entre ocho y medio (8,5) y once (11).
- Peso específico: el previsto en el apartado 672.3.4.1.

##### **Durante la perforación de la zanja:**

- Viscosidad medida en el Cono Marsh: no deberá ser inferior a la del lodo fresco.
- pH: entre ocho y medio (8,5) y once (11).
- Peso específico: el necesario para asegurar la estabilidad de la pared.

El peso específico mínimo deberá ser fijado por el Director a propuesta del Contratista, atendiendo a las características del terreno atravesado.

##### **Durante el hormigonado:**

- Viscosidad medida en el cono Marsh: inferior a cuarenta y cinco (45) y superior a la del lodo fresco.
- pH: entre ocho y medio (8,5) y once (11).
- Material retenido en el tamiz 0,080 UNE: inferior al tres por ciento (3 %), en peso.

Las prescripciones anteriores son esenciales para garantizar la calidad del hormigonado de la pantalla. En consecuencia, si el lodo no cumple estas condiciones, antes de las operaciones previas al hormigonado, colocación de encofrados laterales y de armaduras, se deberá proceder a su regeneración.

### **672.3 EJECUCION**

#### **672.3.1 Equipo necesario para la ejecución de las obras**

El equipo necesario para la ejecución de las obras deberá ofrecer las máximas garantías en cuanto se refiere a los extremos siguientes:

- Fabricación, almacenamiento y regeneración de lodos.
- Precisión en la perforación de la zanja.
- Mínima perturbación del terreno.
- Continuidad geométrica de la pantalla.

- Correcta colocación de armaduras.
- Fabricación y puesta en obra del hormigón.
- Adecuada disposición y ejecución de los apoyos provisionales y definitivos.

Antes de la iniciación de los trabajos, el Contratista demostrará, a satisfacción del Director, que el equipo propuesto es adecuado en relación con los aspectos citados.

### **672.3.2 Operaciones previas**

Para la construcción de la pantalla se dispondrá una superficie de trabajo sensiblemente horizontal, libre de obstáculos y de anchura suficiente para el trabajo de la maquinaria. El nivel freático deberá quedar a una profundidad del orden de un metro y medio (1,5 m) por debajo del terreno; si esta condición no se cumple, se construirá un terraplén, con un grado de compactación no inferior al del terreno natural. La superficie de trabajo estará convenientemente drenada para evitar encharcamientos en períodos lluviosos.

Antes de proceder a la perforación de la pantalla, deberán ser desviadas todas las conducciones aéreas que afecten al área de trabajo. Igualmente, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados, tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc, que interfieran directamente los trabajos, y también aquellos que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante la perforación de la pantalla. Asimismo, cuando dicha perforación pueda comprometer la estabilidad de edificaciones contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

Establecida la plataforma de trabajo, deberá efectuarse, en primer lugar, el trabajo de replanteo, situando el eje de la pantalla y puntos de nivelación para determinar las cotas de ejecución.

### **672.3.3 Muretes-guía**

A partir del eje de replanteo, se fijarán los límites de la pantalla y se construirán, en primer lugar, unos muretes con separación igual al espesor de la pantalla más cinco centímetros (5 cm). Estos muretes, que no sólo sirven de guía a la maquinaria de perforación, sino que también colaboran a la estabilidad del terreno, tendrán una anchura mínima de veinte centímetros (20 cm) y una altura no inferior a setenta centímetros (70 cm), e irán convenientemente armados. Sobre los muretes-guía se acotará la longitud de cada panel y se fijarán las cotas del fondo de la perforación y de las rasantes del hormigón y de las armaduras.

### **672.3.4 Preparación del lodo tixotrópico**

#### **672.3.4.1 Fórmula de trabajo**

Antes de iniciarse los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Director los detalles relativos a la dosificación del lodo fresco, teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 672.2.4 y con arreglo a lo que se indica a continuación.

Se darán los siguientes datos:

- Tipo y características del material básico utilizado para la fabricación del lodo.
- Aditivos previstos y características de los mismos.
- Dosificación ponderal de los materiales.
- Filtrado y espesor del residuo o «cake» obtenido en la filtroprensa.
- Peso específico del lodo.
- Viscosidad medida en el Cono Marsh.
- pH.

Asimismo se propondrá al Director el peso específico mínimo que deberá tener el lodo durante la perforación, según las características de los terrenos atravesados y la posición del nivel freático.

#### 672.3.4.2 Fabricación

En la mezcla del material o materiales secos con el agua deberán emplearse medios enérgicos adecuados para la completa dispersión de los mismos y la obtención de una mezcla uniforme. Asimismo, el lodo de perforación deberá ser almacenado veinticuatro horas (24 h) antes de su empleo, por lo menos, para su completa hidratación, salvo que el empleo de dispersantes permita reducir dicho plazo.

Para garantizar la seguridad y calidad del trabajo frente a posibles pérdidas de lodo debido a filtraciones o fugas en el terreno, se deberá disponer en todo momento de un volumen adicional de lodo, en condiciones de utilización, igual al volumen total de las zanjas perforadas y no hormigonadas. Existirá asimismo en obra una cantidad de material y un suministro de agua suficientes para fabricar inmediatamente un volumen análogo de lodo.

#### 672.3.5 Control del lodo tixotrópico

Con objeto de comprobar que se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 672.2.4 y controlar la calidad de la ejecución se efectuarán durante la obra determinaciones periódicas de las siguientes características del lodo:

- Viscosidad.
- pH.
- Peso específico.

Además, inmediatamente antes de la colocación de encofrados laterales y armaduras, se comprobará el material retenido en el tamiz 0,080 UNE.

La determinación del pH en laboratorio se realizará mediante aparato medidor. Para las determinaciones en obra bastará el empleo de papel medidor de pH. El peso específico se determinará mediante picnómetro.

#### 672.3.6 Perforación de zanjas

La perforación correspondiente a cada panel se efectuará con los medios mecánicos apropiados, según el plan de ejecución dado en el Proyecto o, en su defecto, el establecido por el Contratista y aprobado por el Director.

Si las características del terreno lo requieren, el material extraído se irá reemplazando por lodos tixotrópicos que, durante todo el proceso, deberán permanecer por encima de la cota inferior del murete-guía.

La profundidad de perforación superará al menos en veinte centímetros (20 cm) a la que vayan a alcanzar las armaduras. Este exceso de excavación tiene por objeto evitar que las armaduras apoyen sobre el terreno en las esquinas del panel, donde la excavación y la limpieza de detritus es más difícil, según se indica en el apartado 672.3.8.

Desde el comienzo de la perforación de la zanja hasta el final del período de endurecimiento del hormigón, no se permitirá apilar, en las proximidades de la pantalla, materiales cuyo peso ponga en peligro la estabilidad del terreno.

Previamente a la colocación de encofrados laterales y armaduras, se efectuará una limpieza del fondo de la perforación, extrayendo los elementos sueltos que hayan podido desprenderse de las paredes de la zanja, así como el detritus sedimentado.

### **672.3.7 Colocación de los encofrados de las juntas laterales**

Antes de proceder al hormigonado, se colocarán en la zanja los elementos que vayan a moldear las juntas laterales, cuya misión es asegurar la continuidad geométrica de la excavación y de la futura pantalla y servir de guía al útil empleado en la perforación de la zanja. Los elementos se colocarán en posición vertical y debidamente fijados o empotrados en el fondo, y tendrán una anchura igual al espesor de la pantalla.

### **672.3.8 Preparación y colocación de las armaduras**

Las armaduras se construirán en taller formando un conjunto solidario, llamado jaula, de la misma longitud en horizontal del panel.

Si la zanja fuese muy profunda, se podrán descomponer las armaduras verticalmente en dos o más tramos, los cuales se soldarán en obra para formar un conjunto continuo. Dicho conjunto deberá tener las dimensiones y disposición indicadas en los Planos, con independencia de la profundidad real alcanzada en la perforación de la zanja.

Las jaulas deberán llevar rigidizadores y estar soldadas en los puntos precisos para evitar su deformación durante el transporte, izado y colocación en la zanja. En la soldadura de aceros especiales, se utilizarán los electrodos adecuados, así como el voltaje y condiciones especiales de soldadura al arco, de forma que no resulten afectadas las propiedades del acero. Los ganchos de suspensión de las jaulas serán de acero ordinario.

La separación mínima entre barras verticales u horizontales será de diez centímetros (10 cm), y el recubrimiento de siete centímetros (7 cm). Las formas cerradas o nudos de armaduras deberán evitarse en lo posible, de manera que no impidan la buena circulación del hormigón y pueda garantizarse el perfecto recubrimiento de las barras.

Para garantizar el centrado de las jaulas en la zanja y conseguir el recubrimiento de las barras, deberán disponerse separadores o calas de mortero en ambas caras de las jaulas, a razón de un separador cada dos metros cuadrados ( $2 \text{ m}^2$ ) de pantalla, por lo menos.

Deben preverse armaduras de espera para el enlace con la viga de atado.

Las jaulas de armaduras se colocarán en el panel introduciendo y soldando sucesivamente sus diversos tramos y dejándolas bien centradas, mediante los separadores mencionados anteriormente. La jaula deberá quedar suspendida de forma estable a una distancia mínima de veinte centímetros (20 cm) del fondo de la perforación. Durante el izado y la colocación de las jaulas, deberá disponerse de una sujeción de seguridad, en previsión de la rotura de los ganchos de elevación.

### **672.3.9 Hormigonado de paneles**

El hormigonado se efectuará siempre mediante tubería. Esta deberá tener un diámetro comprendido entre quince y treinta centímetros (15 y 30 cm), estará centrada en el panel y se introducirá a través del lodo hasta el fondo de la excavación. Llevará en cabeza una tolva para la recepción del hormigón.

El hormigonado se hará de forma continua. Si durante el proceso hiciera falta levantar la tubería de hormigonado, ésta se mantendrá dentro de la masa de hormigón en una longitud mínima de cinco metros (5 m), para hormigonado bajo lodo, o de tres metros (3 m), para hormigonado en seco.

Cuando la longitud del panel sea superior a seis metros (6 m), se utilizarán dos tuberías de hormigonado, vertiendo el hormigón por ambas simultáneamente.

Los lodos se irán evacuando a medida que progresa el hormigonado.

La cota final de hormigonado rebasará a la teórica al menos en treinta centímetros (30 cm). Este exceso de hormigón, en su mayor parte contaminado por el lodo, será demolido antes de construir la viga de atado de los paneles. Si la cota teórica coincide con la coronación de muretes, se deberá hacer rebosar el hormigón hasta comprobar que no está contaminado.

Después del hormigonado se procederá a la extracción de los elementos laterales dispuestos para moldear las juntas, pero nunca antes de que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que la pared vertical se mantenga.

#### **672.3.10 Viga de atado de paneles**

Una vez terminada la ejecución de los paneles se demolerá la cabeza de los mismos en una profundidad suficiente para eliminar el hormigón contaminado por el lodo tixotrópico, y se construirá la viga de atado prevista en el Proyecto. Previamente se prolongarán las armaduras verticales de la pantalla en todo el canto de la viga de atado, enlazándolas con las barras longitudinales y transversales de ésta.

#### **672.3.11 Tolerancias de ejecución**

Las tolerancias de ejecución serán las siguientes:

- Desvío en planta, o separación de los muretes-guía:  $\pm 5$  cm.
- Anchura de la herramienta de perforación:  $\pm 2$  cm sobre el ancho teórico.
- Longitud del panel:  $\pm 5$  cm sobre la longitud teórica.
- Profundidad de la armadura del panel:  $\pm 5$  cm sobre la profundidad teórica.
- Verticalidad: desviación de la vertical inferior al 1,5 %.
- Sobre-espesores: inferiores a 10 cm. Cuando se trate de una zona de relleno o cuando hubiera que demoler previamente una construcción existente, el Director fijará la tolerancia admisible.

#### **672.3.12 Excavación del terreno adyacente a la pantalla**

Los trabajos de excavación del terreno adyacente a la pantalla se ajustarán al plan de excavación establecido en el Proyecto o, en su defecto, fijado por el Director, con objeto de que las solicitaciones inducidas en los diversos elementos de la obra no excedan de las admisibles.

Dicho plan incluirá los siguientes puntos:

- Dimensiones y cotas de la excavación.
- Arriostramientos provisionales y definitivos.
- Secuencia de todos los trabajos.
- Intervalos mínimos a respetar entre el final de un trabajo y el comienzo del siguiente.

Durante los trabajos de excavación del terreno adyacente, se controlará el comportamiento de la pantalla y se tomarán las medidas oportunas.

#### **672.4 MEDICION Y ABONO**

Las excavaciones se abonarán por metros cúbicos ( $m^3$ ), deducidos de los Planos, multiplicando la superficie de pantalla afectada por el espesor teórico de la misma. La profundidad de la pantalla se medirá desde el plano de trabajo hasta la profundidad teórica de las armaduras más veinte centímetros (20 cm). La longitud se medirá horizontalmente.

El hormigón se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) según volumen teórico, incluyendo los veinte centímetros (20 cm) de exceso en profundidad. El exceso por encima de estos veinte centímetros (20 cm) no se abonará.

El hormigón en sobre-espesores se abonará también en metros cúbicos ( $m^3$ ) de volumen real cuando existan causas que lo justifiquen y se haga constar expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Las armaduras de acero se medirán y abonarán según se especifica en el Artículo 600 de este Pliego.

Las vigas de atado se medirán y abonarán según se especifica en el Artículo 630 de este Pliego.

Los anclajes se medirán y abonarán por metros (m) realmente ejecutados. El precio unitario correspondiente incluirá todos los materiales y operaciones necesarios para la ejecución del anclaje.

La limpieza superficial del paramento visto de la pantalla se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) de paramento visto, medidos sobre Planos, cuando este trabajo esté previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

No serán abonables las operaciones de preparación de la plataforma de trabajo, ejecución de muretes-guía, demolición de cabezas de paneles, apeos provisionales de la pantalla, regularización del paramento visto de la pantalla, ni cualquier otra operación para la que no se haya establecido criterio de medición y abono.

## **673 TABLESTACADOS METALICOS**

### **673.1 DEFINICION**

Se definen como tablestacados metálicos las paredes formadas por tablestacas metálicas que se hincan en el terreno, para constituir, debidamente enlazadas, pantallas de impermeabilización o resistencia, con carácter provisional o definitivo.

### **673.2 MATERIALES**

#### **673.2.1 Tablestacas metálicas**

##### **673.2.1.1 Condiciones generales**

Las tablestacas serán perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial, cuya resistencia característica a tracción será superior a tres mil quinientos kilopondios por centímetro cuadrado (3.500 kp/cm<sup>2</sup>).

Las tablestacas que se hubieran torcido por cualquier causa, se enderezarán, de modo que su flecha máxima, respecto a la recta definida por sus dos (2) extremos, no sea mayor que un doscientosavo (1/200) de su longitud.

El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras deberá ser aceptable; y permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca.

##### **673.2.1.2 Forma y dimensiones**

Los perfiles y peso de las tablestacas serán los que figuren en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares; admitiéndose, para su longitud, las tolerancias siguientes: veinte centímetros (20 cm) en más y cinco centímetros (5 cm) en menos.

El corte de las tablestacas a su longitud debida se efectuará por medio de sierra o soplete.

### **673.3 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

La hincas de las tablestacas podrá efectuarse por medio de mazas de golpeo, lentas o rápidas, de simple o doble efecto; y también mediante aparatos vibradores adecuados. En el caso de mazas de simple efecto, el peso de la maza propiamente dicha no será inferior a la cuarta parte (1/4) o mitad (1/2) de la tablestaca, según que éstas se hincen de una a una,

o por parejas, respectivamente. La energía cinética desarrollada, en cada golpe, por las mazas de doble efecto, será superior a la producida, también en cada golpe, por la de simple efecto especificada, cayendo desde una altura de sesenta centímetros (60 cm). Las mazas deberán ser guiadas en todo su recorrido por cualquier dispositivo aprobado por el Director de las obras. Podrá prescindirse del martinete cuando se utilicen para la hinca aparatos vibradores suspendidos de grúas.

#### **673.4 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Las tablestacas podrán hincarse de una en una o, preferiblemente, por parejas previamente enhebradas. Cuando se utilice un aparato vibrador suspendido de una grúa para la hinca de tablestacas, el número de éstas que se presentará, simultáneamente, no será inferior a veinte (20), hincándose alternativamente de forma que la diferencia de alturas de las cabezas de dos contiguas no sea superior a dos metros (2 m).

Se dispondrán guías para las tablestacas, consistentes en una doble fila de tablonés, o piezas de madera de mayor sección, colocados a poca altura del suelo, de forma que el eje del hueco intermedio coincida con el de la pantalla de tablestacas a construir. Esta doble fila de tablonés estará sólidamente sujeta y apuntalada al terreno; y la distancia entre sus caras interiores no excederá del espesor de la pared de tablestacas en más de dos centímetros (2 cm).

Las cabezas de las tablestacas hincadas por percusión deberán estar protegidas por medio de adecuados sombreretes o sufrideras, para evitar su deformación por los golpes. En su parte inferior, las ranuras de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras se protegerán, en lo posible, de la introducción de terreno (que dificultaría el enhebrado de las tablestacas que se hinquen a continuación), tapando el extremo de la mencionada ranura con un roblón, clavo, tornillo, o cualquier pieza análoga alojada, pero no ajustada, en dicho extremo; de forma que permanezca en su sitio durante la hinca, pero que pueda ser fácilmente expulsada por otra tablestaca que se enhebre en la ranura y llegue a mayor profundidad. No se tomará ninguna precaución especial para asegurar la estanqueidad de las juntas.

La hinca de las tablestacas se continuará hasta alcanzar la penetración mínima en el terreno firme estipulado en los Planos o, en su defecto, señalada por el Director.

Terminada la hinca, se cortarán, si es preciso, las tablestacas, de manera que sus cabezas queden alineadas según el perfil definido en los Planos, y se construirá, si procede, la viga de arriostamiento.

Los empalmes de tablestacas se efectuarán con trozos de longitud apropiada, que se unirán por soldadura, de forma que el ángulo de las dos partes soldadas no sea superior a tres grados sexagesimales ( $3^\circ$ ), en cualquier dirección.

#### **673.5 MEDICION Y ABONO**

Los tablestacados metálicos se abonarán por metros cuadrados ( $m^2$ ) realmente ejecutados, medidos en el terreno después de proceder, en su caso, a la operación de enrase.

El abono de los empalmes, por soldadura, de las tablestacas se considerará incluido en el precio del tablestacado; salvo que se especifique lo contrario en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Si las tablestacas tuvieran que ser hincadas a mayor profundidad de la estipulada en los Planos, el Contratista no podrá reclamar variación de los precios del Contrato por este concepto; salvo que el aumento de la profundidad media de hinca en todo el tablestacado realizado fuera superior al veinte por ciento (20 %) de la profundidad media que figura en los Planos.

## **674 CIMENTACIONES POR CAJONES INDIOS DE HORMIGON ARMADO**

### **674.1 DEFINICION**

Se definen como cimentaciones por cajones indios de hormigón armado las realizadas a base de cajones sin fondo, de sección rectangular o circular, que se van hincando en el terreno por su propio peso o mediante lastre, a medida que se excava en su interior, mientras se recrecen sus paredes. Este proceso continúa hasta alcanzar la profundidad deseada.

En los cajones indios se distinguen los elementos siguientes:

- Cuchillas.
- Cuerpo del cajón; compuesto de paredes exteriores y eventualmente de tabiques interiores.

Su ejecución incluirá las operaciones siguientes:

- Operaciones previas.
- Hormigonado del anillo inicial.
- Hinca del cajón.
- Recrecido del cajón por anillos sucesivos.
- Relleno del cajón.
- Enrase de cimientos.

### **674.2 MATERIALES**

Ver Artículo 630, «Obras de hormigón en masa o armado».

El hormigón de las cuchillas tendrá una dosificación mínima de trescientos kilogramos de cemento por metro cúbico ( $300 \text{ kg/m}^3$ ); el tamaño máximo del árido será de veinticinco milímetros (25 mm); y su consistencia será tal, que el escurrimiento en la mesa de sacudidas esté comprendido entre el cuarenta por ciento (40 %) y el setenta por ciento (70 %).

El hormigonado de las paredes y tabiques tendrá una dosificación mínima de doscientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico ( $250 \text{ kg/m}^3$ ); el tamaño máximo del árido será de cincuenta milímetros (50 mm); y su consistencia será tal, que el escurrimiento en la mesa de sacudidas sea inferior al setenta por ciento (70 %).

El hormigón de relleno del cajón tendrá una dosificación mínima de trescientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico ( $350 \text{ kg/m}^3$ ) en la primera tongada, y de doscientos kilogramos por metro cúbico ( $200 \text{ kg/m}^3$ ) en el resto; salvo en la coronación, en la que la dosificación mínima será de doscientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico ( $250 \text{ kg/m}^3$ ); el tamaño máximo del árido será de cincuenta milímetros (50 mm); y su consistencia será tal, que el escurrimiento en la mesa de sacudidas sea inferior al cuarenta por ciento (40 %).

Las resistencias características de estos hormigones serán las fijadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **674.3 EJECUCION DE LAS OBRAS**

Regirá lo prescrito en el Artículo 630, «Obras de hormigón en masa o armado».

#### **674.3.1 Operaciones previas**

Antes de comenzar la hinca del cajón, se establecerá el plan de ejecución del mismo, adaptándolo a las características del terreno y a la profundidad de hinca deseada. Se preparará asimismo una plataforma de trabajo adecuada.

#### **674.3.2 Hormigonado del anillo inicial**

Sobre la plataforma de trabajo se encofrará la parte del cajón correspondiente a la cuchilla y a la altura de paredes que la resistencia del terreno bajo las cuchillas admita con seguridad; se colocarán las armaduras correspondientes; y se hormigonará a continuación.

Se dejará fraguar, sin desencofrar ni cargar, durante veinte días (20 d); o bien hasta que se compruebe que la resistencia del hormigón sea superior al setenta por ciento (70 %) de la característica.

#### **674.3.3 Hinca del cajón**

La hinca del cajón se efectuará de forma progresiva. Si un cajón queda colgado, se pararán las operaciones de excavación; y se dispondrán sobrecargas prudenciales, hasta lograr el descenso del cajón. También podrá recurrirse a inyectar agua a lo largo de las paredes. En cualquier caso, la hinca proseguirá de forma que el cajón no pueda descender súbitamente más de treinta centímetros (30 cm).

La excavación del terreno se realizará en seco, mientras sea posible. En los casos en que sea necesario recurrir a bombas de agotamiento, las alcachofas de las mangueras se situarán en pequeños pozos practicados en el fondo de la excavación.

Si el agotamiento resulta impracticable, se procurará inyectar productos que disminuyan las permeabilidades de los terrenos que se atraviesan.

Caso de que no fuera posible la excavación en seco del interior del cajón, se recurrirá a su dragado; y eventualmente, mediante el trabajo de hombres rana, podrán descalzarse las cuchillas; a menos que el Director de las obras decida preparar el cajón para su hinca con aire comprimido.

Si en los terrenos atravesados predominan las arenas finas, y son de temer sifonamientos, el Director limitará el caudal de agotamiento, a la vista del comportamiento del terreno.

Se prohibirán totalmente los agotamientos si son de temer socavaciones de cimentaciones próximas.

En el caso de que, para proseguir la excavación, sea preciso recurrir al empleo de explosivos, las operaciones requeridas para ello se realizarán con el mayor cuidado. Se emplearán cantidades muy pequeñas de explosivos en cada voladura; cargando cada taladro con un cartucho de cien gramos (100 g), como máximo; y, siempre que se pueda, con la mitad (1/2) o un tercio (1/3) de cartucho, de un explosivo cuya potencia sea adecuada a la clase y estado de la roca a quebrantar. La explosión se provocará con explosor eléctrico, usando estopines con distintos retardos; de modo que la voladura produzca el menor quebranto posible al cajón. Sólo se autorizará el empleo de mechas cuando haya que hacer voladuras ocasionales, por ejemplo, de bolos o crestones de roca. En estos casos, se harán pruebas previas para determinar la velocidad de combustión de la mecha.

Las precauciones respecto a la cantidad de explosivos se extremarán al aproximarse al nivel definitivo de cimentación, con el fin de evitar que el cajón quede descansando sobre una capa de terreno quebrantado. Si la roca es floja o fisurada, el Director podrá ordenar el empleo de un explosivo menos rompedor, e incluso, pólvora negra.

Por medio de referencias a puntos fijos, se comprobarán las condiciones de verticalidad.

Los cajones deberán descender verticalmente en todos los momentos de la operación; y las desviaciones que tiendan a producirse, se corregirán atacando la excavación por el lado conveniente, y empleando sobrecargas prudencialmente dispuestas.

#### **674.3.4 Recrecido del cajón por anillos sucesivos**

La altura de cada recrecido será fijada por el Director, atendiendo a la resistencia del terreno bajo las cuchillas.

Los recrecidos sucesivos se irán realizando a medida que se produzca la hincada de los cajones.

Una vez que se haya llegado a la profundidad indicada en los Planos del Proyecto, se reconocerán los fondos de las excavaciones; y se arreglarán las superficies de asiento, regularizándolas según planos horizontales.

El Director dará orden, por escrito, de continuar la hincada o comenzar el relleno de la cámara, según el resultado del reconocimiento.

#### **674.3.5 Relleno del cajón**

Se admitirá el hormigonado en seco de una primera tongada con hormigón rico y seco, si no es de temer un deslavado de la masa por circulación de agua a través de ella, producida por los agotamientos.

Si no es así, se recurrirá al empleo de hormigón sumergido; debiendo el Director disponer el sistema a emplear.

La misión de la primera tongada será la de retacar los bordes de las cuchillas y el fondo del cajón, impidiendo la posterior entrada de agua. El Director determinará el espesor de esta tongada, según la subpresión.

El hormigonado del relleno posterior se realizará después de transcurridas cuarenta y ocho horas (48 h), por lo menos, una vez que se haya eliminado el agua del interior del cajón.

Sobre las capas de hormigón ya hechas, se colocarán tablonas para que el tránsito de los operarios no se verifique directamente sobre el material empleado; limpiando adecuadamente la superficie de las capas colocadas, antes de echar las nuevas.

#### **674.3.6 Enrase de cimientos**

Terminado el descenso del cajón, y mientras se hace el relleno del mismo, se procederá a recortar e igualar las superficies terminadas; de manera que, en su parte superior, queden perfectamente enrasadas con el plano de cimientos que se fija en los Planos. El relleno de hormigón acabará al alcanzar esa superficie.

Con objeto de facilitar el trabajo de enrase de cimientos y arranques de la superestructura, realizando las operaciones necesarias en seco, podrá disponerse una ataguía en el borde de la sección superior del cajón; la cual deberá ser aprobada por el Director, atendiendo a su resistencia e impermeabilidad.

#### **674.4 MEDICION Y ABONO**

El hormigón, encofrados, armaduras, y perfiles laminados empleados, se abonarán de acuerdo con lo establecido para la medición y abono de dichas unidades en los Artículos correspondientes del presente Pliego.

La excavación se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ), resultantes de multiplicar la superficie en planta del cajón, a nivel de los bordes de las cuchillas, por la diferencia de cotas existente entre la posición inicial y final de dicho borde, ambas medidas en el terreno. Si existen varios precios de excavación en cajones indios, en función de la naturaleza del terreno, se entenderá que la excavación en un terreno ha comenzado, cuando un tercio ( $1/3$ ) de la longitud de las cuchillas se apoya en dicho terreno.

## 680 ENCOFRADOS Y MOLDES

### 680.1 DEFINICION

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo in situ de hormigones y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del hormigón.

Se entiende por molde el elemento, generalmente metálico, fijo o desplegable, destinado al moldeo de un elemento estructural en lugar distinto al que ha de ocupar en servicio, bien se haga el hormigonado a pie de obra, o bien en una planta o taller de prefabricación.

### 680.2 EJECUCION

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Desencofrado.

#### 680.2.1 Construcción y montaje

Se autorizará el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrado, cuya utilización y resultados estén sancionados por la práctica; debiendo justificarse la eficacia de aquellas otras que se propongan y que, por su novedad, carezcan de dicha sanción, a juicio del Director de las obras.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha prevista del hormigonado y, especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su período de endurecimiento; así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a cinco milímetros (5 mm).

Los enlaces de los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifiquen con facilidad.

Los encofrados de fondo de los elementos rectos o planos de más de seis metros (6 m) de luz libre, se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera concavidad en el intradós.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas, serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas; colocando, si es preciso, angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia. El Director podrá autorizar, sin embargo, la utilización de berenjenos para achaflanar dichas aristas. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco milímetros (5 mm) en las líneas de las aristas.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón moldeadas en aquéllos no presenten defectos, bombeos, resaltos, ni rebabas de más de cinco milímetros (5 mm) de altura.

Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón; y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las diversas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón; sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado; para lo cual se podrá autorizar el empleo de una selladura adecuada.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director la aprobación escrita del encofrado realizado.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se pondrá especial cuidado en la rigidez de los encofrados junto a las zonas de anclaje, para que los ejes de los tendones sean exactamente normales a los anclajes. Se comprobará que los encofrados y moldes permiten las deformaciones de las piezas en ellos hormigonadas, y resisten adecuadamente la redistribución de cargas, que se origina durante el tesado de las armaduras y la transmisión del esfuerzo de pretensado al hormigón. Especialmente, los encofrados y moldes deben permitir, sin coartarlos, los acortamientos de los elementos que en ellos se construyan.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán con un espaciamiento vertical y horizontal no mayor de un metro (1 m), y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Los encofrados perdidos deberán tener la suficiente hermeticidad para que no penetre en su interior lechada de cemento. Habrán de sujetarse adecuadamente a los encofrados exteriores para que no se muevan durante el vertido y compactación del hormigón. Se pondrá especial cuidado en evitar su flotación en el interior de la masa de hormigón fresco.

En el caso de prefabricación de piezas en serie, cuando los moldes que forman cada bancada sean independientes, deberán estar perfectamente sujetos y arriostrados entre sí para impedir movimientos relativos durante la fabricación, que pudiesen modificar los recubrimientos de las armaduras activas, y consiguientemente las características resistentes de las piezas en ellos fabricadas.

Los moldes deberán permitir la evacuación del aire interior al hormigonar, por lo que en algunos casos será necesario prever respiraderos.

Cuando un dintel lleva una junta vertical de construcción, como es el caso de un tablero continuo construido por etapas o por voladizos sucesivos con carro de avance, el cierre frontal de la misma se hará mediante un encofrado provisto de todos los taladros necesarios para el paso de las armaduras pasivas y de las vainas de pretensado.

En el caso de que los moldes hayan sufrido desperfectos, deformaciones, alabeos, etc, a consecuencia de los cuales sus características geométricas hayan variado respecto a las primitivas, no podrán forzarse para hacerles recuperar su forma correcta.

Los productos utilizados para facilitar el desencofrado o desmoldeo deberán estar aprobados por el Director. Como norma general, se emplearán barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua, o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo. En su aplicación deberá evitarse que escurran por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. No deberán impedir la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, en especial cuando se trate de elementos que posteriormente hayan de unirse entre sí para trabajar solidariamente.

#### **680.2.2 Desencofrado**

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto, podrá efectuarse a los tres días (3 d) de hormigonada la pieza; a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas, u otras causas, capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto, o los costeros horizontales, no deberán retirarse antes de los siete días (7 d), con las mismas salvedades apuntadas anteriormente.

El Director podrá reducir los plazos anteriores, respectivamente a dos días (2 d) o a cuatro días (4 d), cuando el tipo de cemento empleado proporcione un endurecimiento suficientemente rápido.

El desencofrado deberá realizarse tan pronto sea posible, sin peligro para el hormigón, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán además las siguientes prescripciones:

Antes de la operación de tesado se retirarán los costeros de los encofrados y, en general, cualquier elemento de los mismos que no sea sustentante de la estructura, con el fin de que actúen los esfuerzos de pretensado con el mínimo de coacciones.

Los alambres y anclajes del encofrado que hayan quedado fijados al hormigón se cortarán al ras del paramento.

### **680.3 MEDICION Y ABONO**

Los encofrados y moldes se medirán por metros cuadrados ( $m^2$ ) de superficie de hormigón medidos sobre Planos. A tal efecto, los forjados se considerarán encofrados por la cara inferior y bordes laterales, y las vigas por sus laterales y fondos.

## 681 APEOS Y CIMBRAS

### 681.1 DEFINICION

Se definen como apeos y cimbras los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

### 681.2 EJECUCION

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Descimbrado.

#### 681.2.1 Construcción y montaje

Salvo prescripción en contrario, las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas.

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los cinco milímetros (5 mm); ni los de conjunto la milésima (1/1.000) de la luz.

Las cimbras se construirán sobre los planos de detalle que prepare el Contratista; quien deberá presentarlos, con sus cálculos justificativos detallados, a examen y aprobación del Director de las obras.

Cuando la estructura de la cimbra sea metálica, estará constituida por perfiles laminados, palastros roblonados, tubos, etc, sujetos con tornillos, o soldados. Para la utilización de estructuras desmontables, en las que la resistencia en los nudos esté confiada solamente al rozamiento de collares, se requerirá la aprobación previa del Director.

En todo caso, se comprobará que el apeo o cimbra posee carrera suficiente para el descimbrado, así como que las presiones que transmite al terreno no producirán asientos perjudiciales con el sistema de hormigonado previsto.

Una vez montada la cimbra, si el Director lo cree necesario, se verificará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante la ejecución de la obra. Durante la realización de la prueba, se observará el comportamiento general de la cimbra, siguiendo sus deformaciones mediante flexímetros o nivelaciones de precisión. Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante veinticuatro horas (24 h), con nueva lectura final de flechas. A continuación, y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un veinte por ciento (20 %) o más, si el Director lo considerase preciso. Después se procederá a descargar la cimbra, en la medida y con el orden que indique el Director, observándose la recuperación de flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas es satisfactorio, y los descensos reales de la cimbra hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contraflecha, se dará por buena la posición de la cimbra y se podrá pasar a la realización de la obra definitiva. Si fuese precisa alguna rectificación, el Director notificará al Contratista las correcciones precisas en el nivel de los distintos puntos.

Si la cimbra pudiera verse afectada por posibles avenidas durante el plazo de ejecución, se tomarán las precauciones necesarias para que no afecten a ninguno de los elementos de aquélla.

En el caso de obras de hormigón pretensado, es importante una disposición de las cimbras tal que permitan las deformaciones que aparecen al tesar las armaduras activas, y que resistan la subsiguiente redistribución del peso propio del elemento hormigonado. En especial, las cimbras deberán permitir, sin coartarlos, los acortamientos del hormigón bajo la aplicación del esfuerzo de pretensado.

Por lo dicho anteriormente, se preferirán las cimbras realizadas con puntales relativamente próximos y vigas metálicas de poca luz en lugar de la disposición de puntales en abanico. Los arriostramientos tendrán la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra, y se retirarán los que se puedan antes del tesado de las armaduras.

Cuando se utilice el método de construcción por voladizos sucesivos mediante carro de avance, se deberán reglar cuidadosamente sus cotas antes del hormigonado de cada dovela, siguiendo las indicaciones del Director. El carro deberá tener la suficiente rigidez para evitar el giro de la dovela que se está hormigonando con respecto a la zona ya construida, y la consiguiente fisuración en la junta.

### **681.2.2 Descimbrado**

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia, el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar.

El descimbrado se hará de modo suave y uniforme; recomendándose el empleo de cuñas, gatos, cajas de arena, u otros dispositivos, cuando el elemento descimbrado sea de cierta importancia. Cuando el Director lo estime conveniente, las cimbras se mantendrán despegadas dos o tres centímetros (2 ó 3 cm) durante doce horas (12 h), antes de ser retiradas por completo; debiendo comprobarse, además, que la sobrecarga total actuante sobre el elemento que se descimbra, no supera el valor previsto como máximo en el Proyecto.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán, además, las siguientes prescripciones:

El descimbrado se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el programa previsto a tal efecto en el Proyecto.

Dicho programa deberá estar de acuerdo con el correspondiente al proceso de tesa- do, a fin de evitar que la estructura quede sometida, aunque sólo sea temporalmente, du- rante el proceso de ejecución, a tensiones no previstas en el Proyecto, que puedan resultar perjudiciales.

Tanto los elementos que constituyen el encofrado, como los apeos y cimbras, se re- tirarán sin producir sacudidas ni golpes al hormigón, para lo cual, cuando los elementos sean de cierta importancia, se emplearán cuñas, cajas de arena, gatos, u otros dispositivos aná- logos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

De no quedar contraindicado por el sistema estático de la estructura, el descenso de la cimbra se comenzará por el centro del vano, y continuará hacia los extremos, siguiendo una ley triangular o parabólica.

### **681.3 MEDICION Y ABONO**

Los apeos y cimbras, se abonarán por metros cúbicos ( $m^3$ ), medidos entre el para- mento inferior de la obra y la proyección en planta de la misma, sin excederse de los límites de dicha obra.

En el caso de cimbras no convencionales, tales como carros de avance, vigas de lan- zamiento, etc, la forma de medición y abono serán las especificadas en el Pliego de Pres- cripciones Técnicas Particulares.

## **690 IMPERMEABILIZACION DE PARAMENTOS**

### **690.1 DEFINICION**

Consiste en la impermeabilización de paramentos de fábricas de hormigón, u otros materiales, en estribos, pilas, tableros, bóvedas, aletas, muros, etc.

### **690.2 MATERIALES**

Serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Cuando se utilicen asfaltos o betunes asfálticos serán del tipo G-1 o G-2, según vayan a utilizarse bajo o sobre el nivel del terreno. Cada uno de dichos tipos cumplirá las condiciones que se le exigen en la Norma UNE 41088.

### **690.3 EJECUCION**

La ejecución de los trabajos se realizará siguiendo las instrucciones del Director de las obras.

### **690.4 MEDICION Y ABONO**

Las impermeabilizaciones de paramentos se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, medidos sobre Planos. En el precio unitario quedarán incluidos los materiales utilizados, la preparación de la superficie y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad.

## **691 JUNTAS DE ESTANQUIDAD EN OBRAS DE HORMIGÓN**

### **691.1 DEFINICION**

Se entiende por junta de estanquidad, el dispositivo que separa dos masas de hormigón con objeto de proporcionar a las mismas la libertad de movimientos necesaria para que puedan absorber, sin esfuerzos apreciables, las dilataciones y contracciones producidas por las variaciones de la temperatura y las reológicas del hormigón, al mismo tiempo que asegura la ausencia de filtraciones.

### **691.2 MATERIALES**

Los perfiles a utilizar en juntas de estanquidad serán del tipo previsto en los Planos, y deberán cumplir las prescripciones fijadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **691.3 EJECUCION**

Los elementos comprendidos entre dos juntas de estanquidad, o entre una junta de estanquidad y una de retracción, se hormigonarán de una sola vez, sin más juntas que las necesarias por construcción. El hormigonado se detendrá en una junta de estanquidad, y no podrá proseguirse el vertido del hormigón en el elemento adyacente hasta después de haber realizado las operaciones que se indican a continuación.

Previamente al hormigonado del primer elemento, se habrá dispuesto el encofrado de la junta de la forma indicada en los Planos, y con las disposiciones necesarias para mantener el perfil de estanquidad, durante el hormigonado, tal como se prevé en los mismos.

Una vez endurecido el hormigón, se retirará el encofrado de la zona de junta, poniendo especial cuidado en no dañar el perfil de estanquidad. A continuación, se fijará sobre la

superficie de la junta una plancha de poliestireno expandido para permitir el movimiento relativo entre las dos superficies de hormigón que separa.

#### **691.4 MEDICION Y ABONO**

Las juntas se abonarán por metros (m) de perfil de estanquidad colocado, medidos sobre Planos. En el precio unitario quedarán incluidos el propio perfil de estanquidad, las planchas de poliestireno expandido y los demás materiales y trabajos necesarios para su correcta ejecución.

## 692 APOYOS DE MATERIAL ELASTOMERICO

### 692.1 DEFINICION

Se definen así los aparatos de apoyo constituidos por una placa de material elastomérico que permite, con su deformación elástica, traslaciones o giros de los elementos estructurales que soportan.

Los apoyos pueden ser zunchados o sin zunchar, entendiéndose por zunchados aquellos que constan de un cierto número de capas de material elastomérico separadas por zunchos de chapa de acero que quedan unidos fuertemente al material elastomérico durante el proceso de fabricación.

### 692.2 MATERIALES

#### 692.2.1 Material elastomérico

El material elastomérico podrá ser caucho natural o sintético. Deberá presentar una buena resistencia a la acción de grasas, intemperie, ozono atmosférico, y a las temperaturas extremas a que haya de estar sometido.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá la composición y características mecánicas del material y, en particular, su dureza, módulo de deformación transversal y porcentaje máximo de variación de sus características mecánicas, después de someter al material a un proceso definido de envejecimiento artificial.

#### 692.2.2 Zunchos de acero

Las placas de acero empleadas en los zunchos tendrán un límite elástico mínimo de dos mil cuatrocientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado ( $2.400 \text{ kgf/cm}^2$ ), y una carga de rotura mínima de cuatro mil doscientos kilogramos fuerza por centímetro cuadrado ( $4.200 \text{ kgf/cm}^2$ ).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá la carga tangencial mínima que deberá ser capaz de resistir la unión al material elastomérico, sin presentar ningún despegue, así como la deformación angular correspondiente.

### **692.3 EJECUCION**

Los apoyos de material elastomérico se asentarán sobre una capa de mortero de cemento designado como M 450, en el Artículo 611, «Morteros de cemento», de al menos un centímetro (1 cm) de espesor, de forma que quede su cara superior perfectamente horizontal, salvo que se indique expresamente en los Planos que deban quedar con determinada pendiente. Se vigilará que la placa esté libre en toda su altura, con objeto de que no quede coartada su libertad de movimiento horizontal.

### **692.4 MEDICION Y ABONO**

Los apoyos se abonarán por unidades de cada tipo y dimensiones realmente colocadas en obra y contados sobre los Planos.

En el precio unitario quedarán incluidos el mortero de asiento, y cuantas operaciones sean necesarias para que la unidad quede perfectamente ejecutada.

## **693 MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS**

### **693.1 DEFINICION**

Consiste en las operaciones necesarias para el transporte desde la propia obra y colocación en su posición definitiva de vigas, losas y otros elementos prefabricados de hormigón armado, pretensado, o metálicos.

### **693.2 EJECUCION**

Las operaciones de manejo y transporte de piezas prefabricadas, bien sea en taller o en obra, deberán realizarse con el máximo cuidado posible, manteniendo el alma de las vigas en posición vertical. En ningún caso se producirán impactos ni sollicitaciones de torsión.

En general, las vigas y losas se transportarán y almacenarán de forma que los puntos de apoyo y la dirección de los esfuerzos sean aproximadamente los mismos que los que tales elementos tendrán en su posición final en la obra. Si el Contratista estimara necesario transportar o almacenar tales elementos en posiciones distintas a la descrita, deberá requerir la aprobación previa del Director de las obras.

Asimismo se tomarán toda clase de precauciones para evitar cualquier agrietamiento o rotura de los elementos prefabricados.

Si el montaje afectase al tráfico de peatones o vehículos, el Contratista presentará, con la debida antelación, a la aprobación del Director, el programa de corte, restricción o desvío de tráfico.

### **693.3 MEDICION Y ABONO**

El montaje de elementos prefabricados se medirá y abonará por unidad de pieza colocada.

## **694 JUNTAS DE TABLERO**

### **694.1 DEFINICION**

Se definen como juntas de tablero, los dispositivos que enlazan los bordes de dos tableros contiguos, o de un tablero y un estribo de forma que permitan los movimientos por cambios de temperatura, deformaciones reológicas en caso de hormigón y deformaciones de la estructura, al tiempo que presentan una superficie lo más continua posible a la rodadura.

### **694.2 CONDICIONES GENERALES**

El tipo de las juntas y los materiales que las constituyen serán definidos en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **694.3 EJECUCION**

Antes de montar la junta, se ajustará su abertura inicial, en función de la temperatura media de la estructura en ese momento y de los acortamientos diferidos previstos, en caso de estructuras de hormigón.

La junta se montará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, poniendo especial atención a su anclaje al tablero y a su enrase con la superficie del pavimento.

### **694.4 MEDICION Y ABONO**

Las juntas de tablero se abonarán por metros (m) de junta colocada, medidos sobre Planos. En el precio unitario quedarán comprendidos todos los materiales especiales, así como anclajes, soldaduras, morteros, pinturas, y cuantos trabajos y materiales sean necesarios para su correcta ejecución.

## **695 PRUEBAS DE CARGA**

### **695.1 DEFINICION**

Se define como prueba de carga al conjunto de operaciones de control, cuya realización es preceptiva en puentes y pasarelas antes de su apertura al tráfico, a fin de comprobar la adecuada concepción, la estabilidad y el buen comportamiento de la obra.

### **695.2 EJECUCION**

Las pruebas a realizar serán las definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

No se procederá a la realización de las pruebas de carga hasta haber comprobado que el hormigón ha alcanzado la resistencia característica especificada en el Proyecto.

El tren de cargas de la prueba, formado por camiones o vehículos similares, deberá ser aprobado previamente por el Director de las obras.

Durante el desarrollo de las pruebas se adoptarán las precauciones necesarias para evitar un posible accidente.

En caso de aparecer algún defecto que el Director considere peligroso, se estudiarán las causas posibles del mismo y se adoptarán las medidas que el Director estime oportunas.

El Director podrá ordenar la realización de pruebas complementarias cuando lo estime necesario, aun cuando no hubieran estado previstas inicialmente en el Proyecto.

### **695.3 ACTA DE LAS PRUEBAS DE CARGA**

Finalizadas las pruebas, se redactará un Acta en la que, además de cuantas observaciones crea conveniente añadir el Director, se incluirán los siguientes apartados:

- Datos generales de fecha, personas asistentes a la prueba, clave del Proyecto, y finalidad de la prueba.
- Descripción de la obra.

- Estado de la obra previo a la realización de las pruebas.
- Tren de cargas utilizado.
- Aparatos de medida.
- Condiciones climatológicas.
- Puntos de referencia respecto a los que se hayan realizado medidas y dejado constancia para identificación futura.
- Descripción del ensayo y resultados obtenidos.
- Estado final de la obra.

#### **695.4 MEDICION Y ABONO**

Esta unidad se medirá y abonará según se indique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## **700 MARCAS VIALES**

### **700.1 DEFINICION**

Se definen como marcas viales las consistentes en la pintura de líneas, palabras, o símbolos sobre el pavimento, bordillos, u otros elementos de la carretera; los cuales sirven para regular el tráfico de vehículos y peatones.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de aplicación.
- Pintura de marcas.

### **700.2 MATERIALES**

#### **700.2.1 Pinturas a emplear en marcas viales reflexivas**

Cumplirán lo especificado en el Artículo 278, «Pinturas a emplear en marcas viales reflexivas».

#### **700.2.2 Microesferas de vidrio a emplear en marcas viales reflexivas**

Cumplirán las especificaciones del Artículo 289, «Microesferas de vidrio a emplear en marcas viales reflexivas».

### **700.3 APLICACION**

La pintura reflexiva deberá aplicarse con un rendimiento comprendido entre dos metros cuadrados y cuatro décimas, y dos metros cuadrados y siete décimas por litro (2,4 a 2,7 m<sup>2</sup>/l) de aglomerante pigmentado y setecientos quince gramos (715 g) de esferas de vidrio. La superficie pintada resultante deberá ser satisfactoria para la señalización de marcas en carretera, a juicio del Director de las obras.

## **700.4 EJECUCION DE LAS OBRAS**

### **700.4.1 Preparación de la superficie de aplicación**

Es condición indispensable para la aplicación de pintura sobre cualquier superficie, que ésta se encuentre completamente limpia, exenta de material suelto o mal adherido, y perfectamente seca.

Para eliminar la suciedad, y las partes sueltas o mal adheridas, que presenten las superficies de morteros u hormigones, se emplearán cepillos de púas de acero; pudiéndose utilizar cepillos con púas de menor dureza en las superficies bituminosas.

La limpieza del polvo de las superficies a pintar se llevará a cabo mediante un lavado intenso con agua, continuándose el riego de dichas superficies hasta que el agua escurra totalmente limpia.

La pintura se aplicará sobre superficies rugosas que faciliten su adherencia; por lo que las excesivamente lisas de morteros u hormigones se tratarán previamente mediante chorro de arena, frotamiento en seco con piedra abrasiva de arenilla gruesa, o solución de ácido clorhídrico al cinco por ciento (5 %), seguida de posterior lavado con agua limpia.

Si la superficie presentara defectos o huecos notables, se corregirán los primeros, y se rellenarán los últimos, con materiales de análoga naturaleza que los de aquélla, antes de proceder a la extensión de la pintura.

En ningún caso se aplicará la pintura sobre superficies de morteros u hormigones que presenten eflorescencias. Para eliminarlas una vez determinadas y corregidas las causas que las producen, se humedecerán con agua las zonas con eflorescencias que se deseen limpiar; aplicando a continuación con brocha una solución de ácido clorhídrico al veinte por ciento (20 %); y frotando, pasados cinco minutos (5 min), con un cepillo de púas de acero; a continuación se lavará abundantemente con agua.

Antes de proceder a pintar superficies de morteros u hormigones, se comprobará que se hallan completamente secas y que no presentan reacción alcalina. En otro caso se tratará de reducirla, aplicando a las superficies afectadas una solución acuosa al dos por ciento (2 %) de cloruro de cinc; y a continuación otra, también acuosa, de ácido fosfórico al tres por ciento (3 %); las cuales se dejarán secar completamente antes de extender la pintura.

### **700.4.2 Pintura de marcas**

Antes de iniciarse la ejecución de marcas viales, el Contratista someterá a la aprobación del Director los sistemas de señalización para protección del tráfico, personal, materiales y maquinaria durante el período de ejecución, y de las marcas recién pintadas durante el período de secado.

Previamente al pintado de las marcas viales, el Contratista efectuará un cuidadoso replanteo de las mismas, que garantice, con los medios de pintura de que disponga, una perfecta terminación. Para ello, se fijarán en el eje de la marca, o de su línea de referencia, tantos puntos como se estimen necesarios, separados entre sí una distancia no superior a cincuenta centímetros (50 cm). Con el fin de conseguir alineaciones correctas, dichos puntos serán replanteados mediante la utilización de aparatos topográficos adecuados.

#### **700.5 LIMITACIONES DE LA EJECUCION**

No podrán ejecutarse marcas viales en días de fuerte viento, o con temperaturas inferiores a cero grados centígrados (0° C).

Sobre las marcas recién pintadas deberá prohibirse el paso de todo tipo de tráfico mientras dure el proceso de secado inicial de las mismas.

#### **700.6 MEDICION Y ABONO**

Cuando las marcas viales sean de ancho constante, se abonarán por metros (m) realmente pintados, medidos por el eje de las mismas en el terreno.

En caso contrario las marcas viales se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente pintados, medidos en el terreno.

## 701 SEÑALES DE CIRCULACION

### 701.1 DEFINICION

Se definen como señales de circulación las placas, debidamente sustentadas, que tienen por misión advertir, regular e informar a los usuarios en relación con la circulación o con los itinerarios.

Constan de los elementos siguientes:

- Placas.
- Elementos de sustentación y anclaje.

### 701.2 ELEMENTOS

#### 701.2.1 Placas

Las placas tendrán la forma, dimensiones, colores, y símbolos, de acuerdo con lo prescrito en la O.C. 8.1.I.C. de 15 de julio de 1962, con las adiciones y modificaciones introducidas legalmente con posterioridad.

Se construirán con relieve de dos y medio (2,5) a cuatro (4) milímetros de espesor las orlas exteriores, símbolos e inscripciones de las siguientes señales:

- Las de peligro de dimensiones estándar, de setecientos (700) o novecientos (900) milímetros de lado.
- Las señales preceptivas de dimensiones estándar; es decir, las de seiscientos y cuatrocientos milímetros (600 y 400 mm) de diámetro y las de STOP de seiscientos y novecientos milímetros (600 y 900 mm) de distancia entre lados opuestos.
- Las flechas de orientación, señales de confirmación y señales de situación con letras mayúsculas de tamaños estándar, con alturas de letras de cien (100), ciento cincuenta (150) y doscientos (200) milímetros.

### **701.2.2 Elementos de sustentación y anclaje**

Los elementos de sustentación y anclaje deberán unirse a las placas mediante tornillos o abrazaderas, sin que se permitan soldaduras de estos elementos entre sí o con las placas.

## **701.3 MATERIALES**

### **701.3.1 Placas**

Las placas a emplear en señales estarán constituidas por chapa blanca de acero dulce de primera fusión, de dieciocho décimas de milímetro (1,8 mm) de espesor; admitiéndose, en este espesor, una tolerancia de dos décimas de milímetro ( $\pm 0,2$  mm).

Podrán utilizarse también otros materiales que tengan, al menos, las mismas cualidades que la chapa de acero en cuanto a aspecto, duración y resistencia a la acción de los agentes externos. Sin embargo, para el empleo de todo material distinto a la chapa de acero, será necesaria la autorización expresa de la Administración.

### **701.3.2 Elementos de sustentación y anclaje**

Los elementos de sustentación y anclaje para señales estarán constituidos por acero galvanizado.

Podrán utilizarse también otros materiales que tengan, al menos, las mismas cualidades que el acero en cuanto a aspecto, duración y resistencia a la acción de los agentes externos. Sin embargo, para el empleo de todo material distinto al acero, será necesaria la autorización expresa de la Administración.

### **701.3.3 Elementos reflectantes para señales**

Todos los materiales que se utilicen para hacer reflexivas las señales deberán haber sido previamente aprobados por el Director de las obras.

### **701.3.4 Pinturas**

Cumplirán lo especificado en:

- Artículo 271, «Pinturas de cromato de cinc-óxido de hierro, para imprimación anticorrosiva de materiales férreos».
- Artículo 273, «Esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas».
- Artículo 279, «Pinturas para imprimación anticorrosiva de materiales férreos a emplear en señales de circulación».

## **701.4 FORMA Y DIMENSIONES DE LAS SEÑALES**

La forma y dimensiones de las señales tanto en lo que se refiere a las placas, como a los elementos de sustentación y anclaje, serán las indicadas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## **701.5 CONSTRUCCION DE LAS PLACAS**

### **701.5.1 Estampación de la chapa**

Salvo prescripción en contrario, las chapas que se utilicen para la fabricación de placas no podrán ser soldadas; y se construirán con un refuerzo perimetral formado por la propia chapa doblada noventa grados sexagesimales (90°). Dicho refuerzo tendrá un ancho de veinticinco milímetros (25 mm), con una tolerancia de dos milímetros y medio ( $\pm 2,5$  mm).

### **701.5.2 Limpieza de la superficie**

Comprenderá todos aquellos procesos que dejen la superficie metálica suficientemente limpia y rugosa. Ello podrá conseguirse mecánicamente, o por la acción de agentes químicos.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se indica de modo concreto el sistema que se ha de aplicar para limpiar la superficie metálica, se escogerá el método o la combinación de ellos más adecuada, en consonancia con la naturaleza y grado de alteración que presente la pieza.

Cuando se apliquen agentes químicos para limpiar la superficie metálica, antes de continuar las etapas posteriores de protección, será necesario lavar a fondo la superficie tratada.

Salvo que el Director lo autorice expresamente, se prohíbe el empleo de ácido sulfúrico y clorhídrico como agentes de limpieza de aquellas zonas de la pieza que presenten juntas o entrantes y salientes, de los que posteriormente la eliminación del ácido se haga con dificultad.

En el proceso mecánico, de aplicación exclusiva a superficies de metales féreos, se utilizará el chorro de arena, granalla de acero, o cualquier otro método que haya sido previamente aprobado por el Director.

Cuando sea necesario, este proceso irá precedido de un tratamiento de la pieza con el fin de obtener una superficie libre de grasa. Después del tratamiento mecánico se limpiará la superficie para eliminar el polvo o partículas metálicas que hubieran podido quedar adheridas.

Como agentes químicos para limpiar la superficie podrán emplearse, entre otros disolventes, soluciones alcohólicas de ácido fosfórico y emulsiones y soluciones alcalinas calientes; estas últimas de aplicación exclusiva sobre superficies de metales féreos.

### **701.5.3 Lavado**

Con objeto de eliminar los productos químicos utilizados en la limpieza del metal, se realizará un lavado a fondo de las piezas metálicas. A tal fin, se utilizará agua limpia corriente; o bien se meterá la pieza en un recipiente con agua que se esté renovando constantemente. En el último lavado, se añadirá al agua una pequeña cantidad de ácido crómico, o una mezcla de ácido crómico y fosfórico, de forma tal que el pH de la solución esté comprendido entre dos (2) y cuatro (4).

#### **701.5.4 Secado**

Finalizadas las operaciones de lavado, deberá someterse la pieza a un proceso de secado. Se cuidará de modo especial que el secado alcance a las hendiduras y juntas que pueda presentar la pieza.

#### **701.5.5 Comprobación de la ausencia de aceites y grasa**

Después de limpiar la superficie metálica por el procedimiento elegido, y una vez lavada y seca, se comprobará que dicha superficie está totalmente exenta de aceite, cera y grasa.

#### **701.5.6 Comprobación de la ausencia de álcalis y ácidos fuertes**

Después de limpiar la superficie metálica por el procedimiento elegido, y una vez lavada y seca, el pH de la solución obtenida al mojar la superficie de la muestra con agua destilada, estará comprendido entre dos (2) y cuatro (4).

#### **701.5.7 Preparación de la superficie metálica**

Comprenderá aquellos procesos que tienen por finalidad aumentar la adherencia del recubrimiento protector a la base metálica, mediante la aplicación de un recubrimiento previo, que por sí sólo no constituye una protección de carácter permanente. Podrá conseguirse por cualquiera de los procedimientos siguientes:

##### **701.5.7.1 Fosfatado**

Este procedimiento estará indicado para superficies de hierro, acero, y acero galvanizado; y consistirá en la aplicación de un recubrimiento cristalino constituido por fosfatos.

Cuando se utilice este proceso, será necesario que el fabricante detalle si el procedimiento que va a seguir es el de inmersión o el de pulverización; indicando el tiempo de duración del proceso, temperatura, pH, así como los productos químicos que ha de utilizar, y la concentración de los mismos. Aceptada la propuesta por parte del Director, no se permitirá ninguna modificación en el sistema a emplear, sin que previamente haya sido consultado el fabricante y admitida por el Director. Las indicadas aceptaciones no implicarán una garantía del comportamiento del material.

La capa de fosfatado será continua, de textura uniforme y de color gris o negro. Su aspecto no será moteado, ni presentará manchas blancas.

No se admitirán las piezas que presenten manchas marrones o anaranjadas, causadas por el lavado con ácido crómico; o no posean uniformidad de color debido al tratamiento térmico, a la composición del metal base, o al proceso del trabajo en frío de dicho metal.

El peso mínimo por unidad de área de la capa de fosfatado será de dieciséis centésimas de miligramo por centímetro cuadrado ( $0,16 \text{ mg/cm}^2$ ), si la aplicación de la misma se hace a pistola; y de treinta y dos centésimas de miligramo por centímetro cuadrado ( $0,32 \text{ mg/cm}^2$ ), cuando se lleve a cabo por el método de inmersión.

#### **701.5.7.2 Imprimación fosfatante de butiral-polivinilo**

Este procedimiento estará indicado para superficies metálicas de hierro, acero, y cinc; y muy especialmente para aluminio, magnesio y sus aleaciones; y consistirá en la aplicación de un recubrimiento constituido por una resina de butiral-polivinilo pigmentada con cromato de cinc y mezclada con una solución alcohólica de ácido fosfórico.

La imprimación fosfatante de butiral-polivinilo deberá estar integrada por dos (2) componentes, que se suministrarán por separado. Uno de ellos estará constituido por una pintura de cromato de cinc y resina de butiral-polivinilo; y el otro por una solución alcohólica de ácido fosfórico. Estos componentes se almacenarán en envases herméticamente cerrados, a temperaturas comprendidas entre cinco grados centígrados (5° C) y treinta y dos grados centígrados (32° C).

Para su aplicación será necesario mezclar los dos componentes, en la proporción de cuatro (4) volúmenes de pintura de cromato de cinc y resina de butiral-polivinilo por un (1) volumen de solución alcohólica de ácido fosfórico. Primeramente, el componente pigmentado se agitará con una espátula apropiada, hasta conseguir una perfecta homogeneidad; teniendo en cuenta que este material tiene marcada tendencia a depositarse en el fondo de los envases. Esta operación deberá realizarse en su propio recipiente. A continuación, se vertirá el componente ácido sobre el componente pigmentado, agitando continuamente hasta que la mezcla quede homogénea.

Una vez preparada la mezcla, el material estará en condiciones de uso a brocha o a pistola; y deberá ser aplicado dentro de las cuatro horas (4 h) siguientes.

La aplicación de la imprimación fosfatante de butiral-polivinilo podrá realizarse sobre superficies húmedas; pero no sobre superficies mojadas, o en tiempo lluvioso. Esta imprimación no deberá aplicarse nunca sobre superficies metálicas que hayan sido anodizadas, fosfatadas, o sometidas a cualquier otra clase de tratamiento químico de superficie; y solamente se aplicará sobre superficies limpias, desoxidadas y desengrasadas.

La superficie metálica deberá verse a través de la película; pudiendo observarse un colorido distinto, que dependerá de la clase de material metálico sobre la que se haya aplicado. La película deberá ser lisa, y estar exenta de granos y otras imperfecciones.

#### **701.5.8 Aplicación de las diversas capas de pintura**

Las capas de pintura se aplicarán después del tratamiento de la superficie, y antes de que presente manchas o muestras de oxidación. En el momento de aplicarlas, la temperatura de la pieza metálica será la conveniente para que la película seca de pintura presente buena adherencia y no se formen ampollas.

#### **701.5.9 Adherencia de la película seca de pintura**

Ensayada la película seca de pintura, los bordes de las incisiones quedarán bien definidos, sin que se formen dientes de sierra. No será fácil separar un trozo de película de pintura del soporte metálico al que haya sido aplicada, de acuerdo con la Norma MELC 12.92.

#### **701.5.10 Resistencia a la inmersión en agua de la película seca de pintura**

Se examinará la probeta inmediatamente después de sacada del recipiente con agua a veintitrés grados centígrados (23° C), donde habrá permanecido sumergida durante veinticuatro horas (24 h).

Serán rechazadas aquellas pinturas que, en una superficie de ciento cinco centímetros cuadrados ( $105 \text{ cm}^2$ ), presenten alguno de los siguientes defectos:

- Una ampolla de más de cinco milímetros (5 mm) de diámetro, o más de una ampolla de tres milímetros (3 mm) de diámetro.
- Más de dos (2) líneas de ampollas.
- Diez (10) o más ampollas de un diámetro menor de tres milímetros (3 mm).

#### **705.5.11 Resistencia al ensayo de niebla salina de la película seca de pintura**

Realizado el ensayo durante el número de horas fijado en la especificación de la pintura, no se observarán en la película seca reblandecimientos, ampollas, ni elevaciones de los bordes en la línea trazada en la pintura, superiores a tres milímetros (3 mm).

Se rechazarán todos los recubrimientos que presenten, en una superficie de ensayo de trescientos centímetros cuadrados ( $300 \text{ cm}^2$ ), más de cinco (5) ampollas de diámetro superior a un milímetro (1 mm). Si la superficie de ensayo es inferior a la indicada, el número de alteraciones permisibles será proporcionalmente menor.

### **701.6 CONSTRUCCION DE LOS ELEMENTOS DE SUSTENTACION Y ANCLAJE**

#### **701.6.1 Generalidades**

Los elementos de sustentación y anclaje para señales a emplear en carreteras serán postes de chapa de acero, ménsulas compuestas de perfiles normales de acero, barandillas de tubo de acero, o cualquier otro sistema que se especifique en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

#### **701.6.2 Galvanizado**

Los elementos de sustentación y anclaje, una vez mecanizados, se galvanizarán por inmersión en caliente en un baño de cinc fundido.

### **701.7 RECEPCION DE LOS ELEMENTOS METALICOS GALVANIZADOS**

#### **701.7.1 Clasificación y designación de los revestimientos**

La clasificación de los revestimientos galvanizados en caliente se realizará de acuerdo con la masa de cinc depositada por unidad de superficie. Se empleará como unidad el gramo por decímetro cuadrado ( $\text{g/dm}^2$ ), que corresponde, aproximadamente, a un espesor de catorce (14) micras.

En la designación del revestimiento se hará mención expresa de «galvanización en caliente», y a continuación se dará el número que indica la masa de cinc depositada por unidad de superficie.

#### **701.7.2 Materiales**

##### **701.7.2.1 Metal base**

Los aceros o fundiciones que se utilicen en la fabricación de postes metálicos cumplirán con las prescripciones que se indican en las Normas UNE 36.003, UNE 36.080, UNE 36.081 y UNE 36.082, respectivamente.

### 701.7.2.2 Cinc

Para la galvanización en caliente se utilizarán lingotes de cinc bruto de primera fusión, cuyas características respondan a lo indicado a tal fin en la Norma UNE 37.302.

### 701.7.3 Características del recubrimiento

#### 701.7.3.1 Aspecto

El aspecto de la superficie galvanizada será homogéneo y no presentará ninguna discontinuidad en la capa de cinc.

En aquellas piezas en las que la cristalización del recubrimiento sea visible a simple vista, se comprobará que aquella presenta un aspecto regular en toda la superficie.

#### 701.7.3.2 Adherencia

No se producirá ningún desprendimiento del recubrimiento al someter la pieza galvanizada al ensayo de adherencia indicado en la Norma MELC 8.06a.

#### 701.7.3.3 Masa de cinc por unidad de superficie

Realizada la determinación de acuerdo con lo indicado en la Norma MELC 8.06a, la cantidad de cinc depositada por unidad de superficie será como mínimo de seis gramos por decímetro cuadrado (6 g/dm<sup>2</sup>).

#### 701.7.3.4 Continuidad del revestimiento de cinc

Realizado el ensayo de acuerdo con lo indicado en la Norma MELC 8.06a, el recubrimiento aparecerá continuo, y el metal base no se pondrá al descubierto en ningún punto después de haber sido sometida la pieza a cinco (5) inmersiones.

### 701.8 MEDICION Y ABONO

Las placas para señales de circulación se abonarán por unidades realmente colocadas en obra.

Los elementos de sustentación para señales, incluidos los anclajes, se abonarán por unidades realmente colocadas en obra.

## **800 TRANSPORTE ADICIONAL**

### **800.1 DEFINICION**

Se define como transporte adicional el correspondiente a recorridos adicionales a los máximos fijados, para cada unidad de obra contratada, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Por lo tanto, para que el transporte adicional sea considerado como unidad de obra, deberá estar expresamente indicado en dicho Pliego, así como los recorridos máximos antedichos. En caso contrario, se considerará que todo transporte está incluido en la unidad correspondiente, sea cual fuere el recorrido a realizar.

En ningún caso se aplicará este concepto a los transportes que realice el Contratista como consecuencia de haber escogido voluntariamente procedencias de materiales, o zonas de depósito o vertedero, distintas de las que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, de las que hayan sido señaladas por el Director de las obras.

### **800.2 EJECUCION DEL TRANSPORTE**

Los transportes adicionales se efectuarán en vehículos adecuados para el material que se desee transportar, provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado, y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

### **800.3 MEDICION Y ABONO**

El transporte adicional se abonará por toneladas kilómetro ( $t \times km$ ), obtenidas como producto del peso de materiales a transportar en toneladas (t), por la longitud del recorrido adicional, en kilómetros (km), medidos con arreglo a lo siguiente:

La unidad de medida del material a transportar será la misma adoptada en el Contrato para el transporte no abonable del material de que se trate, y, si es preciso, se realizará su conversión al peso en toneladas (t) por medio de unos coeficientes de paso, los cuales, de no estar previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, deberán fijarse contradictoriamente por el Contratista y el Director. A no ser que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se especifique el modo de hacerlo, no se descontará la humedad del peso de materiales a transportar.

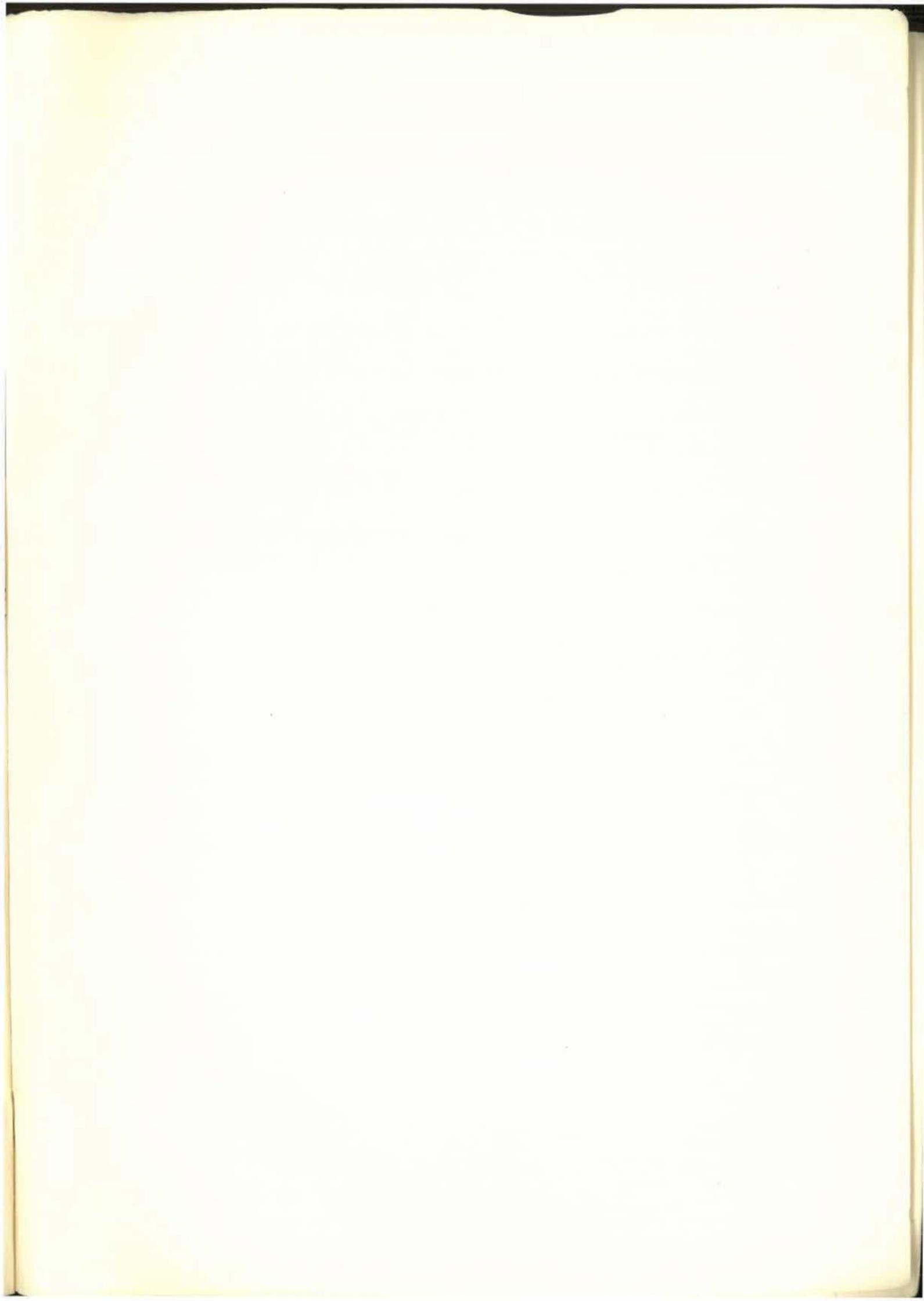
La medida del recorrido adicional se expresará en kilómetros (km). La longitud del recorrido adicional se obtendrá deduciendo el máximo de los previstos, para el material de que se trate, de la distancia entre los centros de gravedad, en su posición inicial y final, de los volúmenes transportados del mismo material. Esta distancia se medirá por el Director a lo largo de la ruta transitable más corta de las existentes, incluyendo entre ellas los caminos provisionales que sea necesario habilitar para la realización de la obra; y sea cual fuere la ruta que utilice el Contratista.

## FE DE ERRATAS

PAG.	SITUACION	LINEA	COLUMNA	DICE	DEBE DECIR
25	Apartado 105.3	2		agua, mares	agua, lagos, mares
30	Apartado 201.2	1		anhídrico,	anhídrido,
31	Texto	1		efectuarán	efectuarán
70	Apartado 221.1	1		paralepípedo	paralelepípedo
70	Apartado 221.2	2		homogéneo	homogéneos
70	Apartado 221.3	3		Ladrillos huecos y sencillos	Ladrillos huecos sencillos
76	Apartado 240.3	12		diciséis	dieciséis
80	Apartado 241.2	1		Los porcentajes	Los contenidos
80	Apartado 241.3	4		en frío estirado	en frío: estirado
115	Ultima línea del texto			materia volátil	materia no volátil
119	Apartado 271.1	2		exigibles	exigidas
145	Tabla 274.1	cabecera	3 y 4	Mínima Máxima	Mínimo Máximo
145	Apartado 274.2.3	Título		Características cuantitativas	Características cualitativas
157	Apartado 278.2	3		empleados y siempre y	empleados, siempre y
157	Apartado 278.3.2	1		aplicador fino	aplicador fijo
162	Apartado 278.5.2.	2		y en grupo «b»	y en el grupo «b»
169	Apartado 279.5.4	2 y 3		aplicado, según la	aplicada, según la
170	Apartado 280	8		SO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
177	Texto	14		(3 m/seg)	(3 m/s)
182	Apartado 289.2.4.2	3		ph	pH
182	Apartado 289.3	1		muestras, realizadas	muestras, realizada
191	Apartado 320.3.1	2		alineaciones pendientes	alineaciones, pendientes
210	Apartado 331.5.4	1 y 2		forma de materiales	forma de los materiales
220	Artículo 401	Título		PREFABRICADAS EN HORMIGON	PREFABRICADAS DE HORMIGON
223	Apartado 412.2.1	6		mayor de veintidós	mayor del veintidós
224	Apartado 412.5.2	7		extenderá de una anchura	extenderá en una anchura
233	Cuadro 500.1	4	2	25-65	25-55
239	Apartado 501.3.3	8		en los ensayos	de los ensayos
265	Texto	3		compactará con	compactarán con
270	Apartado 513.3	4		gravas-cementos	gravas-cemento
276	Apartado 514.2.1.4	1		desgaste medio	desgaste medido
304	Apartado 532.4.1	12		kilogramos de fuerza	kilogramos fuerza
322	Texto	3 y 4		especiales.	especiales sancionados por la experiencia
326	Apartado 540.5	4		debajarse	rebajarse

FE DE ERRATAS (continuación)

PAG.	SITUACION	LINEA	COLUMNA	DICE	COLUMNA	LINEA	DEBE DECIR	PAG.
333	Apartado 541.4.3			Las extensiones			Las extensiones	330
348	Tabla 542.3	1		Capas de rodadura			Capa de rodadura	31
351	Apartado 542.5.5			necesidades de tráfico			necesidades de tráfico	70
358	Apartado 550.2.1.3			será de arena			será arena	76
359	Tabla 550.1	2		(kg/cm <sup>2</sup> )			(kg/cm <sup>2</sup> )	80
366	Texto 570.2.2.3	8 y 9		UNE 7068 y UNE 7070			UNE 7068, UNE 7069 y UNE 7070	115
386	Apartado 610.4.2	3		Técnicas Particulares			Técnicas Particulares	121
412	Apartado 621.4			Figuras			Figuras	121
433	Tabla 621.4	8		(Sobran líneas horizontales			separando tolerancias de L)	121
434	Tabla 621.5	6		(Sobran líneas horizontales			separando tolerancias de L)	121
437	Apartado 622.4	2		dentro de los que			dentro de los que	121
441	Tabla 622.5	8		longitud			longitud	121
458	Tabla 623.9	1		ARU 15			ARU 16	170
478	Texto 640.2.2	26		de 15 milímetros			de quince milímetros	177
485	Tabla 640.2.2	1		2+ $\frac{1}{2}$			2+ $\frac{1}{2}$	182
494	Tabla 640.2.11	5		55 $^{+50}_{-0}$			55 $^{+50}_{-0}$	182
494	Tabla 640.2.11	3		$h = \frac{2}{2}$			$h = \frac{2}{2}$	182
494	Tabla 640.2.11	2		—			—	181
495	Apartado 650.1	2		en las que			en las que	210
519	Apartado 670.2.2	5		a emplear en			a emplear en	220
528	Apartado 672.1	4		laterales y cargas			laterales del terreno y cargas	225
537	Apartado 673.4	20		estanquidad			estanquidad	224
539	Apartado 674.2	8		El hormigón			El hormigón	224
556	Apartado 694.2	1		serán definidos			serán los definidos	228
567	Apartado 701.5.11			Título 705.5.11			701.5.11	230



**mop**

SECRETARIA GENERAL TECNICA  
Servicio de Publicaciones